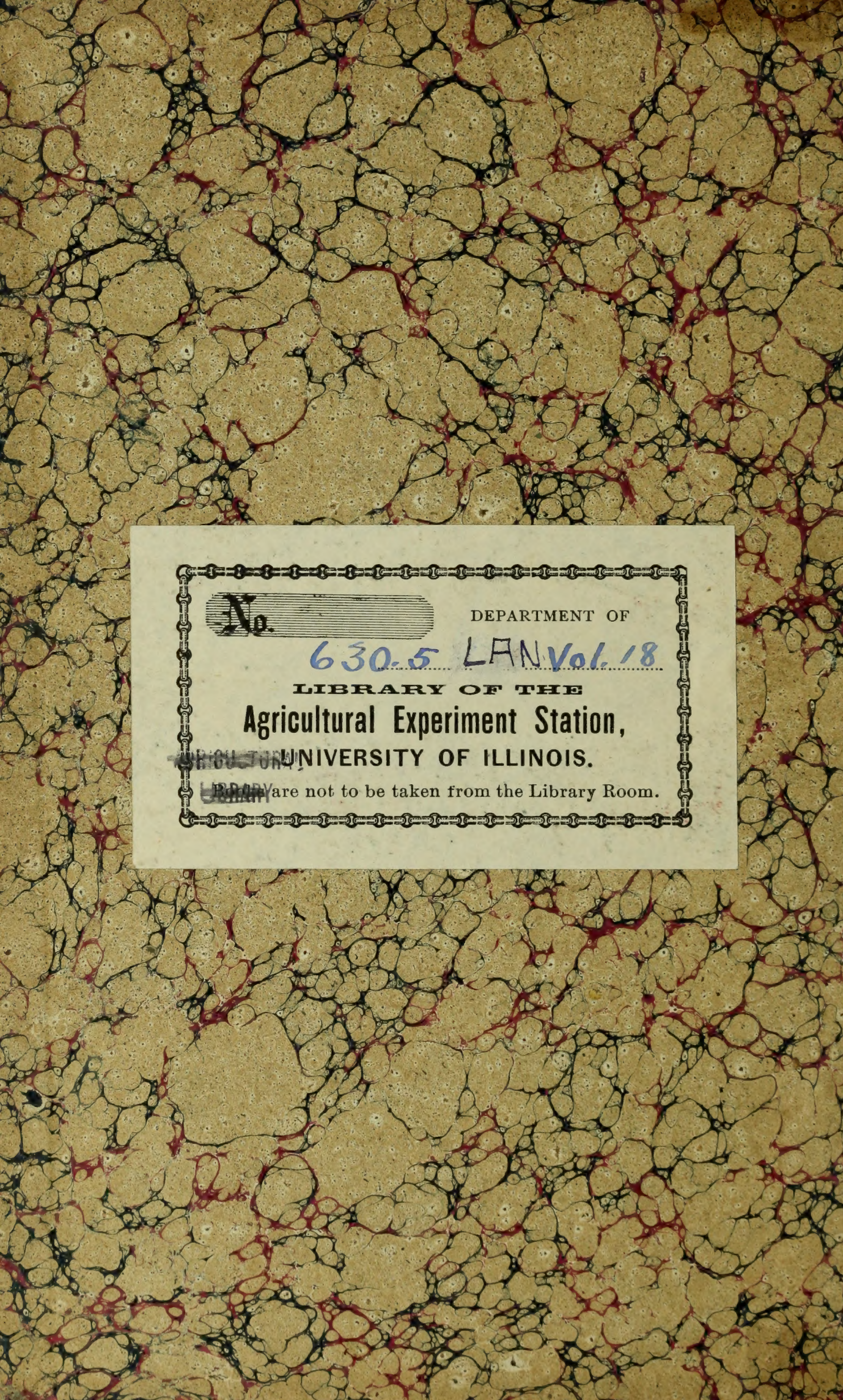
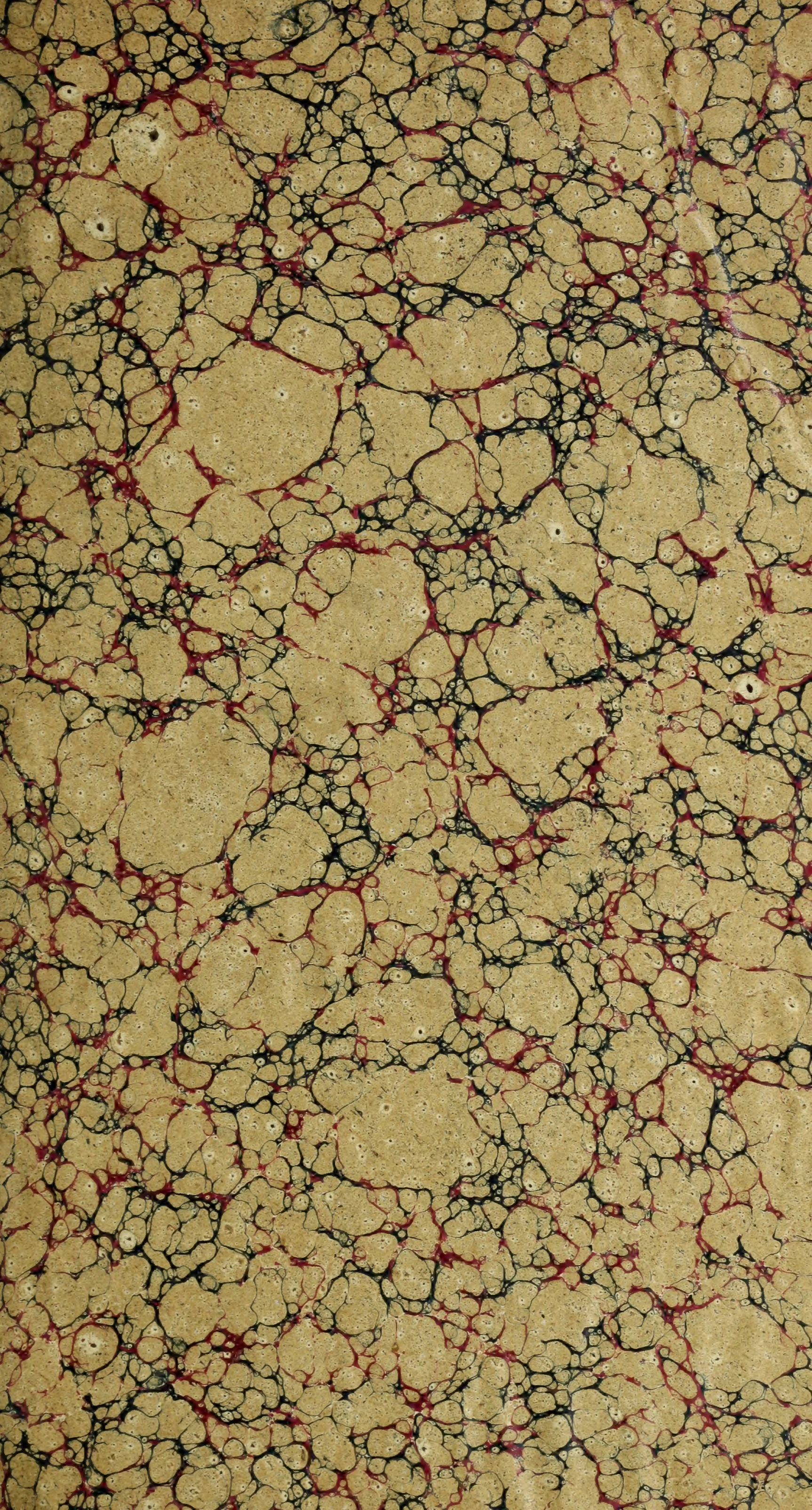



No.
DEPARTMENT OF
630.5 LAN Vol. 18
LIBRARY OF THE
Agricultural Experiment Station,
UNIVERSITY OF ILLINOIS.
are not to be taken from the Library Room.



Die landwirthschaftlichen

Versuchs-Stationen.

Organ

für

naturwissenschaftliche Forschungen auf
dem Gebiete der Landwirthschaft.

Unter Mitwirkung sämmtlicher Deutschen Versuchs-Stationen und
landwirthschaftlichen Akademieen

herausgegeben

von

Prof. Dr. **Friedrich Nobbe.**

Concordia parvae res crescunt . . .

Band XVIII. 1875.

Mit 1 lithographirten Tafel und 5 Holzschnitten.

Chemnitz.

Verlag von Eduard Focke.

1875.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Inhaltsverzeichniss

des

XVIII. Bandes der »Landw. Versuchs-Stationen«.

Autoren.

Sachregister.

Allgemeines.

Atmosphäre. Wasser.

Boden. Düngstoffe.

Pflanzenwachsthum. Bestandtheile der Pflanzen. Vegetationsversuche.

Nahrungs- und Futtermittel. Fütterungsversuche.

Technisches.

Analytisches.

Zur Statistik des landwirthschaftlichen Versuchswesens.

Corrigenda in Band XVIII der »Landw. Versuchs-Stationen«.

Seite	18	Zeile	11	von	unten	statt	»Jules« lese man	»Joule«
»	18	»	11	»	»	»	»Thompson« lese man	»Thomson«
»	42	»	6	»	»	»	»0,023« » »	»0,033«
»	42	»	1	»	»	»	»1,140« » »	»0,140«
»	48	»	16	»	»	»	»0,1242« » »	»0,2215«
»	48	»	5	»	»	»	»Ptlb« » »	»PtCl.«
»	300	»	12	»	oben	»	»Austreibung« » »	»Austrocknung«

» 303 in der Tabelle

statt

a.	b.
N-Gehalt des Safts nach Coagulation des Eiweisses	des frischen Safts

lese man

a.	b.
N-Gehalt des frischen Safts	des Safts nach Coagulation des Eiweisses

»	303	Zeile	16	von	unten	statt	»Ergebniss« lese man	»Eiweiss«
»	304	»	4	»	»	»	»Firniss« » »	»Eiweiss«
»	309	in der Tabelle				»	»b bis a« » »	»b — a«
»	312	Zeile	10	von	oben	»	»der« » »	»da«
»	314	»	5	»	»	»	»S. und L.« » »	»S. und K.«
»	315	in der Tabelle				»	»a bis b« » »	»a — b«
»	318	Zeile	11	von	oben	»	»Peptinsubstanzen« lese man	»Pectinsubstanzen«.

Notiz über den Asparagin-Gehalt von Lupinen-Keimlingen.

Von

Prof. Dr. **E. Schulze** und **W. Umlauft.**

Schon Beyer[1]) hat gezeigt, dass aus Lupinen-Keimlingen leicht Asparagin abgeschieden werden kann; später wies Pfeffer[2]) durch mikroskopische Untersuchungen nach, dass besonders in den im Dunkeln keimenden Pflanzen das Asparagin sich anhäuft. Wie massenhaft sich dasselbe in solchem Falle vorfinden kann, dafür können auch die nachfolgenden Notizen einen Beweis liefern.

Keimpflanzen von Lupinus luteus wurden bei Lichtabschluss in destillirtem Wasser erzogen, bis sie eine Länge von 10 bis 12 Cm. erreicht hatten. Unter dem Mikroskop liess sich nach den von Pfeffer angegebenen Methoden in allen Theilen der Pflanzen leicht Asparagin nachweisen. Wenn der ausgepresste Saft auf einem Uhrgläschen mit Alkohol vermischt wurde, so schieden sich nach einiger Zeit Asparagin-Krystalle aus. Die bei gelinder Wärme eingetrockneten Pflanzen zeigten ein eigenthümliches Ansehen: namentlich in dem Gewebe des hypocotylen Gliedes liessen sich kleine weisse Knollen bemerken, die unter der Loupe als aus Krystallen (ohne Zweifel Asparagin-Krystallen) zusammengesetzt erschienen.

Die quantitative Bestimmung des Asparagins wurde erstens durch directe Abscheidung desselben mittelst Krystallisation ausgeführt. Die Trockensubstanz der Keimpflanzen wurde mit warmem Wasser vollständig extrahirt, der Extract (welcher sich ohne alle Schwierigkeit von dem ungelösten Rückstande klar

---

1) Diese Zeitschrift, Bd. 9, S. 168.

2) Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik, Bd. 8.

abfiltriren liess) bis zum dünnen Syrup eingedunstet und zur Krystallisation hingestellt. Nach 1—2 Tagen hatte sich das Asparagin fast vollständig in Krystallen abgeschieden; aus der Mutterlauge liess sich noch eine ganz geringe Menge davon gewinnen, indem man dieselbe nach und nach mit Alkohol vermischte und die nach längerem Stehen ausgeschiedenen Krystalle zur Entfernung der anderen durch den Alkohol niedergeschlagenen Stoffe mit wenig kaltem Wasser behandelte.

2,089 Grm. Trockensubstanz der Keimpflanzen lieferten so 0,3735 Grm. wasserfreies Asparagin = 17,9%.

2,364 Grm. Trockensubstanz lieferten 0,4176 Grm. wasserfreies Asparagin = 17,7%.

Sodann wurde eine Bestimmung des Asparagin-Gehalts nach der von R. Sachsse vorgeschlagenen Methode[1]) ausgeführt. Der Extract aus 1,8543 Grm. Trockensubstanz der Keimpflanzen gab nach dem Kochen mit Salzsäure im Azotometer 31,2 C-C. Stickstoff, reducirt auf 0^0 und Normaldruck (nach Abrechnung der nicht geringen Stickstoffmenge, welche ein solcher Extract, ohne mit HCl. gekocht zu sein, im Azotometer lieferte). Der obigen Stickstoffmenge entsprechen 0,3690 Grm. wasserfreies Asparagin = 19,9% der Trockensubstanz.

Die Uebereinstimmung der nach den beiden Methoden gewonnenen Zahlen erscheint genügend; es war zu erwarten, dass die erstere Methode etwas zu niedrige Zahlen liefern würde, da es nicht wohl möglich ist, das Asparagin durch Krystallisation ganz vollständig zu gewinnen. Es ist noch zu bemerken, dass das so abgeschiedene Asparagin sich bei näherer Untersuchung als fast völlig rein erwies; es lieferte nach dem Kochen mit Salzsäure im Azotometer sehr annähernd die berechnete Stickstoffmenge.

Bei den von uns untersuchten Keimpflanzen bestand also etwa $^1/_5$ der Trockensubstanz aus Asparagin[2]). Leucin, wel-

---

[1]) Diese Zeitschrift, Bd. 16, S. 61.

[2]) Zur Vergleichung führen wir an, dass die von Beyer untersuchten Lupinen-Keimlinge in maximo 3,4% Asparagin (auf Trockens. berechnet) enthielten.

ches v. Gorup-Besanez[1]) im Saft von Wickenkeimen neben Asparagin aufgefunden hat, konnten wir bis jetzt nicht nachweisen. Mit weiterer Untersuchung der in solchen Pflanzen vorgehenden Stoffmetamorphosen sind wir beschäftigt.

Zürich, im December 1874.

Mittheilungen aus dem agriculturchemischen Laboratorium der Universität Leipzig.

XVIII. Untersuchungen über das Absorptionsvermögen der Ackererden.

Von

J. Frey.

Die Arbeit, welche ich in Ihrem geehrten Journale zu veröffentlichen die Ehre habe, ist eine Fortsetzung der Untersuchungen über die Ackererde, welche Herr Prof. Dr. Knop seinem Werke »die Bonitirung der Ackererde« zu Grunde gelegt hat, und schliesst sich unmittelbar an die von Dr. R. Strehl (Landw. Vers.-Stat. XVII, 62) mitgetheilte an. Sie ist, wie diese, in dem landwirthschaftlich-chemischen Laboratorium der Universität Leipzig ausgeführt worden.

Die Veranlassung zu diesen Untersuchungen gaben einige Fragen, welche Prof. Knop in der erwähnten Schrift als noch nicht völlig erledigt hingestellt hat; ich erlaube mir diese im Folgenden in möglichster Kürze darzulegen.

Seit man erkannte, dass das »Absorptionsvermögen« der Ackererde für pflanzliche Nährstoffe in naher Beziehung zur Fruchtbarkeit eines Bodens stehen müsse, hat man sich eifrig

---

[1]) Berichte der D. chem. Gesellschaft, Bd. 7, S. 146.

bemüht, die Ursachen der Absorption zu erforschen. Viele Forscher, z. B. Liebig, haben sich dahin ausgesprochen, dass die Absorption im Wesentlichen ein physikalischer Process sei — dass die Erde vermittelst einer Oberflächen-Anziehung die gelösten Pflanzennährstoffe in ähnlicher Weise auf sich niederschlage, wie Kohle viele Farbstoffe den Lösungen entzieht. Auf Grund der neuern Untersuchungen nehmen jedoch die meisten Agriculturchemiker gegenwärtig an, dass die Absorption hauptsächlich bewirkt wird durch chemische Processe, welche bei der Berührung der Ackererde mit den Nährstofflösungen stattfinden.

Es fragt sich nun, welche Bodenbestandtheile es sind, die solche Processe hervorrufen. Natürlich kann die Absorption verschiedener Pflanzennährstoffe durch ganz verschiedene Bodenbestandtheile bewirkt werden. Die Absorption der Phosphorsäure lässt sich leicht erklären, wenn man bemerkt, dass im Boden stets Kalk- und Magnesia-Salze, Eisenoxydhydrat, Thonerdehydrat u. s. w. enthalten sind — Substanzen, welche beim Zusammenkommen mit löslichen phosphorsauren Salzen zur Entstehung unlöslicher Phosphorsäure - Verbindungen Veranlassung geben können.

Etwas schwieriger ist es die Absorption der Basen (Kali und Ammoniak) zu erklären, — insbesondere, da dieselben vom Boden zurückgehalten werden, nicht nur wenn sie in Form von Salzlösungen, sondern auch wenn sie in Form freier Basen mit dem Boden in Berührung kommen. Einer der ersten Forscher, welcher eingehendere Untersuchungen über die Absorption anstellte, nämlich Way, hat die Ansicht ausgesprochen[1], dass die Basen durch die im Boden vorhandenen wasserhaltigen Doppelsilicate absorbirt würden. Diese Silicate können sich z. B. mit Lösung von Kalisalzen in der Weise umsetzen, dass Kali an Stelle von Kalk oder Magnesia in das Silicat eintritt, während die letztgenannten Basen sich mit der Säure verbinden, die vorher mit Kali vereinigt war. Diese Ansicht ist später

---

[1]) Journal of the Royal Agricult. Society of England. Bd. XI, 313.

bestätigt durch eine umfangreiche Arbeit von Rautenberg[1] und seitdem wohl allgemein angenommen worden.

Natürlich können es neben den wasserhaltigen Doppelsilicaten noch andere Bodenbestandtheile sein, welche absorbirend auf die Basen einwirken, so Eisenoxydhydrat und Thonerdehydrat, Kieselsäurehydrat u. s. w.

Die im Boden vorhandenen wasserhaltigen Doppelsilicate lassen sich aus demselben nicht abscheiden und ihrer Menge nach bestimmen. Ob aber ein Boden reich oder arm an solchen Silicaten ist, lässt sich ermitteln, wenn man die Menge von Basen bestimmt, welche aus dem Boden durch verdünnte Salzsäure ausgezogen werden und davon abzieht diejenigen Basen, welche als Carbonate, Chloride und Sulphate vorhanden waren. Der bleibende Rest repräsentirt die Oxyde, welche in leicht zersetzbaren Silicaten vorhanden waren, schliesst jedoch auch ein das etwa vorhanden gewesene Eisenoxyd- und Thonerde-Hydrat. Man bezeichnet diesen Rest nach dem Vorgange von Knop zweckmässig als »aufgeschlossene Silicatbasen«.

Knop hat nun mit Hülfe einiger Schüler eine grosse Anzahl von Ackererden (im Ganzen 45 Nummern) nach bestimmtem Schema untersucht, in denselben den Gehalt an »aufgeschlossenen Silicatbasen« bestimmt und gleichzeitig ihr Absorptionsvermögen geprüft[2].

Es ergaben sich aus den Knop'schen Untersuchungen unzweifelhafte Beziehungen zwischen dem Gehalt der Bodenarten an aufgeschlossenen Silicatbasen und ihrem Absorptionsvermögen. Bodenarten mit einem geringen Gehalt an aufgeschlossenen Silicatbasen besassen stets ein geringes Absorptionsvermögen; dagegen Bodenarten mit hohem Gehalt an aufgeschlossenen Silicatbasen zeigten fast ausnahmslos eine hohe Absorption. Knop leitete daher aus seinen Untersuchungen den Satz ab: »Die Absorption einer Erde steigt mit der Zunahme der aufgeschlossenen Silicatbasen.«

---

[1]) Inauguraldissertation. Göttingen 1863. Chem. Centralblatt 1863. 97 und 129.

[2]) Bonitirung der Ackererde. Leipzig 1872; ferner Biedermann: »Landw. Vers.-Stat.« XV, 21; — Strehl ebenda XVII, 62.

Allerdings aber stieg das Absorptionsvermögen nicht ganz proportional mit diesem Gehalt einer Erde. »Das Gesetz, dessen Gültigkeit aus der ganzen Reihe hervorgeht, trifft also nicht immer zu bei Vergleichung von 2 oder 3 in der Reihe auf einander folgenden Gliedern.« Es scheint also, dass neben dem Gehalt an aufgeschlossenen Silicatbasen noch gewisse andere Einflüsse auf die Absorptionsgrösse einwirken.

Eine sehr auffallende Abweichung von der allgemeinen Regel wurde von Knop beim Rheinlöss beobachtet. Derselbe besass einen hohen Gehalt an aufgeschlossenen Silicatbasen (7,4 %) aber nur ein niedriges Absorptionsvermögen (= 24).

Knop hat über die Ursachen dieser und ähnlicher Abweichungen von der allgemeinen Regel folgende Vermuthung ausgesprochen (Bonitirung, Anhang III. S. 156).

Wenn einer Ackererde der feinste Staub (der die Erde plastisch machende Thon) fehlt, und die feinsten Partikeln derselben also zunächst in sogenanntem Feinkorn, das immer weniger absorbirt, bestehen, so kann, wenn dieses Feinkorn bereits in wasserhaltiges, in Salzsäure lösliches Silicat übergegangen ist, eine grosse Löslichkeit der Silicatbasen vorbedingt sein, ohne dass darum die Absorption so hoch steigt, als es bei anderen an feinstem Staub reichen Erden der Fall ist.

Knop hat also hier angedeutet, dass die verschiedene Lösbarkeit der Gebirgsarten, durch deren Verwitterung die Feinerden entstehen, selbst mit in Betracht gezogen werden muss.

Eine nähere Beleuchtung dieses Umstandes war einer der Zwecke, welche ich bei meiner Arbeit verfolgte. Es erschien in dieser Hinsicht das Geeignetste, eine Reihe von möglichst reinen Verwitterungsböden nach den von Knop angegebenen Methoden zu analysiren und gleichzeitig das Absorptionsvermögen derselben zu bestimmen. Es war die Untersuchung solcher Böden um so wünschenswerther, als diese Klasse von Erden unter den bisher analysirten nur spärlich vertreten war.

Ferner erschien es wünschenswerth, nochmals den Einfluss des Eisenoxydgehaltes der verschiedenen Thone auf die Absorption ins Auge zu fassen. Denn nach früheren Untersuchungen und namentlich nach der ersten Versuchsreihe Rau-

tenbergs[1]) erschien es möglich, dass bei gewissen näher verwandten Erden wenigstens eine Zunahme des Eisenoxydes in den Thonen die Grösse der Absorption steigere.

Endlich erschien es nicht unwichtig, die Frage ins Auge zu fassen, ob bei der chemisch-physikalischen Untersuchung der Ackererden alle jene Bestimmungen wiederholt werden müssen, welche bei den früher ausgeführten 45 Analysen und bei den meinigen gemacht wurden, oder ob sich zwischen gewissen Gliedern der Ackererden und deren physikalischen Eigenschaften ein Zusammenhang so consequent herausstellt, dass die eine oder andere Bestimmung von nun an unterlassen und der Gang der chemisch-physikalischen Untersuchung der Ackererden vereinfacht werden könne.

Das sind die Gesichtspunkte, von denen ich bei meiner Arbeit ausging.

Ich habe auch die Kieselsäuremengen bestimmt, welche in Form von Quarz in den Erden enthalten sind, obwohl diese Bestimmungen zu den vorhin erwähnten Fragen in keiner näheren Beziehung stehen; aber die Kenntniss dieses Quarzgehaltes ist schon in landwirthschaftlicher Hinsicht interessant: zu wissen, wie viel von dieser Substanz frei in Form von Quarzsand in einer Erde enthalten ist. Die Arbeit dieses Glied annäherungsweise durch Schlämmen zu bestimmen, ist im Vergleich zu der zur Analyse aufzuwendenden gering, und daher habe ich dieselbe bei dieser Untersuchung nicht unterlassen.

Natürlich konnten bei meiner Untersuchung mir nur diejenigen Methoden dienen, welche Prof. Knop in ihrer ersten Anlage in jener Schrift »Die Bonitirung der Ackererde« als Anhang II. angegeben hat. Dazu sind aber in einer spätern Veröffentlichung[2]) noch einige wesentliche Nachträge erschienen. Ich glaube daher eine Beschreibung der Methoden, nach denen diese Untersuchungen gemacht wurden, übergehen zu dürfen.

---

[1]) Journal für Landw. Bd. VII, S. 49.

[2]) Landw. Vers.-Stat. XVII, 70.

Beschreibung der auf ihre chemische Zusammensetzung und ihre Ammoniakabsorption untersuchten Feinerden.

Die Erden sind im Folgenden so geordnet, dass die Absorptionsgrössen der Feinerden eine aufsteigende Linie bilden.

1. Erde aus dem Hannover'schen.

Beispiel einer anerkannt unfruchtbaren Erde; durch Herrn Dr. Weddige erhalten. Die Erde findet sich auf einem Grundstück des Herrn Rechtsanwalt Weddige in der Bauerschaft Holstern, Landdrostei Osnabrück, Provinz Hannover. Eine Erde, die fast nur aus Feinerde besteht und ihrem Aussehen nach aus reinstem Quarzsand mit eingemengtem schwarzem Humus bestehend erscheint. Nach dem Schmelzen mit saurem, schwefelsaurem Kali und wiederholtem Ausziehen mit Wasser und Salzsäure blieben 90,69 % Quarzsand als Rückstand. Von einer Cultur dieser Erde kann nach Angabe des Ueberbringers keine Rede sein.

2. Weinbergsboden aus dem Meerhölzchen,

Gemarkung Hallgarten; durch Dr. Strehl erhalten. Es ist dies der reinste Glimmerschieferverwitterungsboden. Diese Erde besteht zu 5,28 % aus Feinerde und 94,72 % Skelet. Letzteres seinerseits wieder zu zwei Dritttheilen aus Grobkies und gröberem Gestein. Die Ackerkrume ist stellenweise sehr flach und das anstehende Gestein lässt uns über die Entstehung dieses Bodens keinen Zweifel.

Wird die Feinerde dieses Bodens mit der Loupe genau betrachtet, so erkennt man sehr leicht, dass die Verwitterung noch nicht weit vorgeschritten ist. Diese Beobachtung findet ihre volle Bestätigung durch ein mit dieser Erde nachher vorgenommenes Schlemmen. Bei demselben zeigte es sich deutlich, dass dieser Erde die feinsten Theilchen eigentlich ganz fehlten und dass die durch Sieben gewonnene Feinerde aus feinern Mineraltheilen besteht.

3. Weinbergsboden aus dem Hosenberg. Moosbach-Bieberich.

Wir haben es hier mit einem angeschwemmten Boden zu thun, in dem Bruchstücke von Quarzgesteinen vorkommen. Der Landwirth würde ihn als einen lehmigen Sandboden bezeichnen. Der Gehalt an Feinerde betrug 20,59 % ; das Skelet 79,41 % : von letzterem war weitaus der grösste Theil auf Feinsand und Grobsand (49,50 %) des ganzen Bodens zu rechnen.

4. Sandboden aus dem Eichrain,

Gemeinde Ehrendingen, Cant. Aargau. Diese Probe wurde von Dominik Frey aufgenommen. Der Boden erscheint bei blossem Ansehen als aus reinstem Quarzsandbestand, dem nur geringe Mengen von Humus beigemengt sind. Der Gehalt an Feinerde betrug 36,59 % ; das Skelet 63,41 %, die auf die Glieder Feinsand, Grobsand, Feinkies, Mittelkies und Grobkies ziemlich gleichmässig sich vertheilen. Nach dem Schmelzen mit saurem, schwefelsaurem Kali und Ausziehen mit Wasser und Salzsäure blieben 64,11 % Quarzsand als Rückstand. Schon wegen der Eigenschaft dieses Bodens, im Sommer rasch auszutrocknen, ist der Wahl der darauf zu ziehenden Culturpflanzen eine enge Grenze gezogen. Er wird abwechselnd mit Roggen und Kartoffeln bepflanzt, welch ersterer, besonders in trockenen Sommern, sehr geringe Erträge liefert.

Was das anstehende Gestein anbetrifft, so gehört es der oberen Süsswassermolasse an.

5. Ackerboden aus der Sandhaide,

Gemarkung Moosbach. Durch Dr. Strehl erhalten. Diese Bodenart wird von den dortigen Landwirthen zu den leichtesten Bodenarten gerechnet. In ihm sollen sich oft vorweltliche Knochen vorfinden. Der Gehalt an Feinerde betrug 32,26 % ; derjenige an Skelet 67,74 %, wovon beinahe die Hälfte auf das Glied Feinsand zu rechnen ist.

Nach dem Schmelzen mit saurem, schwefelsaurem Kali und Ausziehen mit Wasser und Salzsäure blieben 53,94 % Quarzsand als Rückstand.

6. Ackerkrume vom Rittergute Pforten bei Gera.

Durch Albrecht Keil, stud. oecon., erhalten. Dolomitischer Verwitterungsboden. Das anstehende Gestein gehört der Zechsteingruppe an. Die Ackerkrume ist selten über 0,4 M. stark, oft nur 0,1 M. und liegt auf dem Zechstein. Die chemische Analyse weist uns nach, dass dies der reinste Dolomitboden ist. Der hohe Gehalt an kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia macht ihn zu einem sehr hitzigen Boden. Nach den Berichten des Ueberbringers der Probe liefert er in trockenen Jahren sehr geringe Erträge, die aber in Bezug auf Qualität sehr gut zu bezeichnen sind. In Folge seiner hitzigen Eigenschaften verlangt er eine sehr oft wiederkehrende Düngung.

7. Schlamm aus der Surb.

Die Probe wurde von D. Frey in der Murzsch, Gemeinde Niederweningen, Cant. Zürich, aufgenommen.

Das Gelände, das von der Surb durchflossen wird, gehört dem Alluvium an. Die Probe wurde aus einem Mühlkanal genommen. Der Schlamm wird alle zwei Jahre aus dem Kanal geworfen, auf Haufen geschlagen und findet dann als Compost besonders auf Wiesen eine sehr gute Verwendung.

8. Erde aus dem untern Sack,

Gemeinde Ehrendingen. Die Probe wurde von D. Frey aufgenommen. Wir haben es hier mit einem Verwitterungsboden zu thun. Derselbe ist absolut unfruchtbar. Im anstehenden Gestein kommen Blätterabdrücke von Lorbeeren, Ahornen und anderen z. Th. immergrünen Gewächsen vor, und deshalb hat man sich wohl veranlasst gefühlt, dieselbe als Blättermolasse zu bezeichnen. Es ist das jüngste Glied dieser Bildung.

Die Ursache seiner absoluten Unfruchtbarkeit ist, wie die chemische Analyse nachweist, vorzüglich dem in ihm vorkommenden Eisenoxydul zuzuschreiben.

Die mechanische Analyse ergab 10,64 % Feinerde und 89,36 % Skelet, und dieses seinerseits wieder bestand hauptsächlich aus den drei Gliedern: Feinsand, Grobsand und Feinkies.

9. Fruchtbarer Ackerboden aus dem Brühl, Gemeinde Ehrendingen. Die Probe wurde von B. Frey aufgenommen. Angeschwemmter Boden, der dem Alluvium angehört. Unter der Thonmasse kommt Diluvium vor, meist aus weissem Kalk bestehend und mit Lehm untermengt. Diese Ablagerung rührt immer von der Lägern her, als die Gletscher schon ziemlich in Abnahme begriffen waren und sich aus dem Thale dem Berge hinzogen. Dieser Boden ist besonders für den Getreide- und Kleebau geeignet.

Die mechanische Analyse ergab 25,25 % Feinerde und 74,75 % Skelet, welch letzteres zum weitaus grössten Theil auf die zwei Glieder Feinsand und Grobsand sich vertheilt.

10. Grünsteinverwitterungsboden von Berneck im Fichtelgebirge.

Diese Erdprobe wurde im Herbst 1873 von Herrn Prof. Knop unter der Kirchleithe bei Berneck aufgenommen. Die Feinerde selbst besteht fast durchgehends in Feinkorn, aus dem der feinste Staub der starken Böschung des Geröllkegels, wo er sich vorfindet, ausgewaschen ist. Das ursprüngliche Material ist durch und durch steinig, so dass zum Gewinne von einigen Pfund Feinerde sehr grosse Mengen des Materials an Ort und Stelle abgesiebt werden mussten.

11. Fruchtbarer Ackerboden aus dem Sackhölzli, Gemeinde Ehrendingen. Die Probe wurde von B. Frey aufgenommen.

Es ist dies reiner Verwitterungsboden und gehört der Lias an. Im anstehenden Gestein kommen Schichten vor, die sich als Bausteine vortrefflich erweisen; andere aber, die leicht verwittern und zerbröckeln. In der Nähe kommen Mergellager von vorzüglicher Beschaffenheit vor. Wie an der Lägern, wo diese Probe entnommen, so fast durch den ganzen Jura bildet er auf der Nordseite der Berge zum guten Theil die untern Gehänge und trägt einen kräftigen Holzwuchs. Auf ihm sind die kräuterreichen Wiesen; er giebt einen reichen Kornboden, und ihm gehören viele vorzügliche Weinberge an, wie die von

Hallau, zum Theil die von Ennetbaden, Thalheim. Böttstein und Klingnau, von Friek und Kaisten.

Die Probe bestand zu 9,85 % aus Feinerde und 90,15 % Skelet.

12. Absolut unfruchtbarer Boden aus den Gypsgruben an der Lägern.

Die an der Lägern vorkommenden Gypsgruben gehören dem Keuper an und stellen ein aufgerissenes Gewölbe dar, dem der obere Theil fehlt, der wohl durch Verwitterung und Wegschwemmung schon in älteren Perioden der Erdgeschichte weggekommen. Es kommt Dolomit, Kalk, Sandstein und Mergel vor. Alle diese verwittern sehr leicht, und die wahre Ursache seiner völligen Unfruchtbarkeit hat sich bei der chemischen Analyse deutlich herausgestellt, es muss dieselbe einem hohen Gehalt an Eisenoxydul zugeschrieben werden.

Dieser Boden zeigt in Bezug auf Trockenheit und Nässe die extremen Eigenschaften eines strengen Thonbodens.

Die mechanische Analyse ergab 9,87 % Feinerde und 90,13 % Skelet. Letzteres bestand seinerseits zum grössten Theil aus den drei Gliedern Feinsand, Grobsand und Feinkies.

Die Resultate, welche bei der chemischen Analyse der Feinerden und bei den mit denselben ausgeführten Absorptionsbestimmungen erhalten wurden, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Chemische Zusammensetzung und Absorption der untersuchten Erden.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Hygroskopisches Wasser	2,146	1,677	2,227	1,007	1,760	1,038	2,767	4,008	3,479	5,755	7,907	7,791
Gebundenes Wasser	4,086	4,524	3,028	2,211	4,182	5,675	5,709	4,042	6,281	8,542	8,529	4,877
Humus	0,892	0,960	0,600	0,429	1,319	0,340	1,141	0,574	1,364	1,580	0,628	0,995
Glühverlust	7,124	7,161	5,855	3,647	7,261	7,053	9,617	8,624	11,124	15,877	15,064	13,663
Feinboden	92,876	92,839	94,145	96,353	92,739	92,947	90,383	91,376	88,876	84,123	84,936	86,337
In 100 Gewichtstheilen Feinboden sind enthalten:												
Chlor	0,019	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gyps	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,736
Kohlens. Kalk	0,661	1,522	4,424	10,273	4,691	9,449	8,786	20,158	2,355	3,195	5,119	1,649
Kohlens. Magnesia	0,130	0,108	0,629	0,866	1,217	7,956	1,292	3,065	0,686	4,535	1,061	4,290
Summe der Carbonate	0,791	1,630	5,053	11,139	5,908	17,405	10,078	23,223	3,041	7,730	6,180	5,939
Kieselsäure und Basen der Silicate: Kalk	0,746	0,416	2,261	5,269	0,838	1,541	3,143	4,679	1,441	5,544	1,954	1,690
Magnesia	0,413	1,559	1,309	1,078	0,522	0,451	0,431	0,900	1,301	3,492	1,231	1,890
Monoxyde	1,159	1,975	3,570	6,347	1,360	1,992	3,574	5,579	2,742	9,035	3,185	3,580
Eisenoxyd	1,977	12,176	5,076	4,056	4,969	8,506	6,466	9,023	6,449	19,140	19,438	12,711
Thonerde	0,989	20,255	7,815	6,789	5,547	9,637	4,404	9,924	10,828	15,859	14,479	17,461
Kieselsäure	94,453	63,566	77,945	71,351	81,878	62,223	74,646	52,151	76,264	47,434	56,504	59,177
Summe der Kieselsäure und Silicatbasen	98,578	97,972	94,406	88,543	93,754	82,358	89,090	76,677	96,283	92,069	93,606	92,929
Kieselsäure-Thonrückstand	97,855	86,525	87,290	80,865	88,985	75,568	82,229	64,746	89,505	57,827	66,623	74,743
Aufgeschlossene Silicatbasen	0,723	11,447	7,116	7,688	4,769	6,790	6,861	19,931	7,778	34,242	26,983	18,186
Kieselsäure in Form von Quarz	90,690	32,600	44,601	64,100	53,940	31,300	46,104	13,890	10,740	36,934	27,100	14,080
Absorption	17	32	37	40	52	52	61	63	71	87	90	101

Resultate.

Wir wollen zunächst die in der vorstehenden Tabelle für die chemische Zusammensetzung der Feinerden angegebenen Zahlen betrachten.

Aus den für den Humusgehalt gefundenen Zahlen ergiebt sich, dass wir es mit lauter humusarmen Erden zu thun haben. Denn die meisten derselben enthalten weniger als 1 % Humus. Von den durchgeführten zwölf Bodenanalysen zeigen nur vier einen Humusgehalt von über 1 % und unter diesen findet sich nur eine, die den Humusgehalt von 1,5 % übersteigt. Knop hat in den früher untersuchten Erden zum Theil sehr hohe Humusgehalte gefunden. So finden sich unter den in der Bonitirung der Ackererde (Tabelle zu pag. 136) aufgeführten Analysen sechs, die den Humusgehalt von 6 % übersteigen; nur elf Erden zeigen einen Humusgehalt unter 1 %.

»Bei dem niedrigen Humusgehalt der Erden ist wahrscheinlich das chemisch gebundene Wasser vorzugsweise enthalten in wasserhaltigen Doppelsilicaten.« Bei No. 1 kann aber der hohe Gehalt an chemisch gebundenem Wasser nicht dieselbe Ursache haben, wie bei den in der Tabelle zuletzt angegebenen. Denn diese Erde besteht fast nur aus Kieselsäure, und ihre Gehalte an Sesquioxydsilicat und Monoxydsilicat sind so gering, dass jener Wassergehalt von 4,06 % nicht diesen Silicaten zugeschrieben werden kann. Dieser Umstand veranlasste mich, diese Erde speciell auf den Gehalt von Chloriden zu untersuchen, weil Dr. W. Wolf bereits gefunden hatte, dass der Wassergehalt einer Erde wesentlich erhöht wird, wenn dieselbe nur geringe Mengen von Chloriden enthält. In der That zog das Wasser Chlor aus, und ich bin daher geneigt, die Gegenwart von Chloriden als die Ursache dieses hohen Wassergehaltes anzusehen.

Bei der Erde No. 2 kommt der Wassergehalt entschieden den Silicaten zu. Dafür spricht auch der hohe Gehalt an aufgeschlossenen Silicatbasen. Auf die Ursache dieser Erscheinung, dass diese Erde bei keinem hohen Gehalte an aufgeschlossenen Silicatbasen eine niedere Absorption zeigt, komme

ich unten näher zurück. Im Uebrigen ist der Gehalt sämmtlicher Erden an Chloriden und Sulphaten so gering, dass diese beiden Glieder als solche in der Tabelle nur bei je einer Erde aufgeführt werden konnten. Die Sulphate sind nur bei der Erde No. 12 aufgeführt, wo sie jedoch nur einen geringen Antheil ausmachen; bei den übrigen Erdarten konnten dieselben nicht quantitativ bestimmt werden.

Das Glied »Carbonate« dagegen ist in sämmtlichen Erden wesentlich, in den meisten in hohem Grade vertreten.

Was nun das Glied »Kieselsäure und Silicate« anbelangt, so haben die Erden 4 und 8 und namentlich 10 einen hohen Gehalt an Monoxydsilicat, und die Erden von No. 2 an sämmtlich einen hohen Gehalt an Sesquioxydsilicat; alle enthalten mit Ausnahme von No. 2 und 8 viel Kieselsäure in Form von Quarzsand.

Was die Frage betrifft, ob ein hoher Eisengehalt im Thon eine höhere Absorption bedingt, so scheinen mir die jetzt vorhandenen 57 Analysen ausreichend zu sein, um diese Frage zu verneinen, wenn sich auch das umgekehrte nahe verwandter Thone als richtig zeigen sollte. Wenn daher in Zukunft bei Untersuchung der Ackererde die Frage, ob eine Erde eisenreich oder eisenarm ist, nicht an und für sich ein Interesse hat, so kann die Trennung von Thonerde und Eisenoxyd bei der Analyse unterbleiben, was die Ausführung derselben nicht unwesentlich erleichtert.

Der Gehalt an aufgeschlossenen Silicatbasen ist bei allen diesen Erden mit Ausnahme von No. 1 und 5 hoch. Die Erden No. 9, 10 und 11 haben den höchsten Gehalt an aufgeschlossenen Silicatbasen in allen den bis jetzt nach dieser Methode ausgeführten 57 Analysen.

Was nun die Absorption betrifft, so sieht man auf den ersten Blick, dass im Grossen und Ganzen die von mir erhaltenen Resultate mit dem von Prof. Knop aufgestellten Satze übereinstimmen; die an aufgeschlossenen Silicatbasen reichen Erden (9—12) besitzen auch ein hohes Absorptionsvermögen, während die Erde No. 1 mit dem geringsten Gehalt an aufgeschlossenen Silicatbasen auch die geringste Absorption gezeigt

hat. Indessen zeigen sich jedoch im Einzelnen beträchtliche Abweichungen von der allgemeinen Regel, wenn wir die chemische Natur dieser Erden vergleichen mit der Zusammensetzung z. B. des Nilschlammes, welcher bei 12—13 % an aufgeschlossenen Silicatbasen die höchste Absorption 130—135 besitzt. Zugleich zeigt die Erde No. 2 bei einem Gehalt von 11,47 % aufgeschlossener Silicatbasen die verhältnissmässig niedrige Absorption 32. Es haben auch die Erden 3, 4, 5, 6, 7 und 8 bei verhältnissmässig hohem Gehalt an aufgeschlossenen Silicatbasen nur mittlere Absorption. Der Grund hievon besteht nicht nur in einer zufälligen Abweichung von der Regel; er spricht sich vielmehr aus in der Eigenschaft, die man bei denselben unmittelbar beobachten kann. Allen diesen Erden fehlt nämlich die Plasticität vollständig, und es fehlt ihnen also jener Gehalt an feinstem Thonstaub, der eben die Plasticität der Erden bedingt. Die Erde No. 12, welche die hohe Absorption 101 hat, auch die von No. 9 zeigen die Plasticität schon in hohem Grade, während die Erde No. 8 mit der Absorption 71, No. 1/11 mit der Absorption 90 die Eigenschaft der Plasticität ebenfalls zeigen, aber in geringerm Grade als die zwei erstgenannten Bodenarten. Die Erde No. 10 von Berneck (Grünsteinverwitterungsboden) bestand zum bei weiten grössten Theil aus Feinkorn, und gerade diese Erde zeigt deutlich, wie die Löslichkeit der Substanz an und für sich bei der Beurtheilung der Erden mit in Betracht kömmt. Diese Erde besitzt nämlich unter allen bis jetzt untersuchten den höchsten Gehalt an aufgeschlossenen Silicatbasen, nämlich 34,242 %. Dabei ist die Absorption allerdings hoch; allein der Nilschlamm hat schon bei 11—12 % aufgeschlossener Silicatbasen, wie schon oben bemerkt, eine Absorption von 130—135. Auch ist der Grund zum Theil noch der, dass der Erde von Berneck der feinste Thon fehlt, während er im Nilschlamm so reichlich vorhanden ist, dass sich derselbe ähnlich wie Thonschiefer in dünne Blättchen spalten lässt.

Im Ganzen stellt sich auf Grund dieser zwölf Analysen heraus, dass die Summe der aufgeschlossenen Silicatbasen bei Böden, welche durch Verwitterung einer bestimmten Gebirgs-

massen entstanden sind, häufig höher ausfallen, als bei Schwemmlandsböden. Es liegt auf der Hand, dass, wenn man etwa gepulverten Granit, Porphyr, Gneiss, Grünstein, Basalt, Thonschiefer, Glimmerschiefer, Serpentin u. s. w. — sämmtlich mit verdünnter Salzsäure behandelt, ebenso wie es bei der Bestimmung der aufgeschlossenen Silicatbasen geschieht, die Quantitäten, welche davon in Lösung übergingen, nicht gleich ausfallen würden. Diese Ungleichheit der Löslichkeit wird sich in den Verwitterungsproducten der Gebirgsarten wiederfinden. Ist dies aber der Fall, so muss das Gesetz, dass die Absorption steigt mit der Höhe der aufgeschlossenen Silicatbasen und der Höhe von Sesquioxydsilicaten, modificirt werden durch die Löslichkeit der Substanzen an und für sich. So ist eben das Feinkorn des Glimmerschiefers (Erde No. 2) an und für sich viel reichlicher in Salzsäure löslich, als mancher plastische, stark absorbirende Thon; z. B. Kaolin, während seine dünnen glatten Glimmerplättchen eine höchst geringe Absorption besitzen. Aehnliches kann durch fortgesetzte Untersuchung auch noch bei andern Mineralien nachgewiesen werden. Wäre es mir gestattet gewesen, die Untersuchung noch weiter auszudehnen, so würde ich noch eine grössere Anzahl reiner Verwitterungsböden untersucht haben. Indessen erscheint die Feststellung dieser Thatsache in Verbindung mit andern, welche Herr Prof. Knop in seiner Bonitirung der Ackererde bereits angegeben hat, mir als genügend ausreichend.

Alle die Fälle zu erklären, in welchen die grössere Absorption scheinbar nicht dem Gesetze entspricht, dass ihre Grösse durch die Quantität der aufgeschlossenen Silicatbasen bei gleichzeitiger Gegenwart grösserer Mengen von Sesquioxyden bedingt sei, scheint mir nur an der Hand einer genau durchgeführten chemischen Analyse, sowie einer scharfen Prüfung der geologischen und mineralogischen Verhältnisse des Bodens möglich zu sein. Ist dies aber der Fall, so komme ich bezüglich der oben besprochenen Hauptfragen zu dem Schluss, dass sich der Gang der chemisch-physikalischen Untersuchung auch in Zukunft nicht weiter vereinfachen lässt, dass er vielmehr zur Vermittlung der Eigenschaften, welche man behufs der Bonitirung der

Ackererde braucht, auch fernerhin immer den Gehalt an Glühverlust, Chloriden, Sulphaten und Carbonaten, Monoxydsilicat, Sesquioxydsilicat, Quarzsand und auch die Absorption sämmtlich für sich einzeln bestimmen muss.

Die Unfruchtbarkeit der untersuchten Erden 7 und 12 ist auf den Gehalt von Eisenoxydul zurück zu führen. Dieselben brannten sich nämlich beim Glühen im Platintiegel roth. Die Unfruchtbarkeit von No. 1 erklärt sich dadurch, dass die Erde fast aus reinem Quarzsand besteht und einen sehr geringen Gehalt von Silicaten und Carbonaten aufweist.

Ueber den Einfluss farbigen Lichtes auf die Assimilation und die damit zusammenhängende Vermehrung der Aschenbestandtheile in Erbsen-Keimlingen.

Von

Rudolf Weber,

Assistenten im chem. Lab. der Forstlehranstalt Aschaffenburg.

Seitdem die epochemachenden Untersuchungen eines Rob. Mayer, Jules, Helmholtz, Clausius, Thompson und anderer Physiker die verschiedenen Kräfte der Natur unter den gemeinsamen Gesichtspunkt des »Princips der Erhaltung der Kraft« vereinigt und in der dynamischen Wärmetheorie den mathematischen Nachweis von der Umwandlung der verschiedenen Arten von Bewegung (Wärme, Licht, Elektricität, Magnetismus, Schall, mechanische Bewegung) in einander geführt haben, hat diese neue Erkenntniss auch mächtig anregend auf die Untersuchungen im Gebiete der Pflanzenphysiologie eingewirkt.

Während früher zwar die Unentbehrlichkeit des Lichtes für

die Assimilationsvorgänge in der Pflanze und speciell für die Kohlensäurezerlegung durch grüne Pflanzentheile wohlbekannt war, und auch einzelne experimentelle Untersuchungen über den Ersatz des Sonnenlichtes durch künstliches Licht (De Candolle, Biot), sowie über Wirkung farbigen Lichtes auf Pflanzen (Daubeny 1836) angestellt worden waren, begann doch erst seit Uebertragung der dynamischen Wärmetheorie auf die Lebenserscheinungen in der Pflanzenwelt ein gründliches und auf vielseitige Versuche gestütztes Studium über die Rolle des Lichtes bei der Assimilation. Deshalb zeigt auch die neuere hierauf bezügliche Literatur (seit 1844) ein reiches Material diesen Gegenstand behandelnder Arbeiten [1].

Diese nach verschiedenen Methoden und mit mannigfaltigen Hülfsmitteln ausgeführten Untersuchungen ergaben, trotz man-

---

[1]) Nach ungefährer Zeitfolge geordnet sind die bekanntesten folgende:

Gardner (Philosophical magazine Vol. XXIV. 1844. p. 1).

J. C. Draper (Phil. mag. XXV. 1844. p. 169. Ferner noch Americ. Jour. of science Nov. 1872).

Hunt (Uebersetzung aus d. Engl. in »Botan. Zeitg.« 1851).

Cloëz und Gratiolet (Annales de Chim. et phys. 1851. t. 32).

J. Sachs (Bot. Zeit. 1864 und dessen »Experimentalphysiologie« und »Botanik«).

Wolkoff (Pringsh. Jahrb. I. 1866).

A. Mayer (Landw. Vers.-Stat. Bd. IX. 1867).

Cailletet (Comptes rendus 1867. T. 65).

Timirjaseff (Botan. Zeitg. 1869).

Prillieux und Baranetzky (Annales des sciences nat. 1869, dann Compt. rend. T. 69. p. 408).

Gerland (Pogg. Annal. Bd. 143, S. 585) sowie Rawenhoff, dann Stockes.

Pfeffer (Arbeiten des botan. Instit. Würzburg 1871. I. Heft), ferner Poggend. Annal. 1873).

Lommel (Pogg. Annal. Bd. 145, S. 442, ferner Bd. 148, S. 568).

Bert (Compt. rend. 1871).

R. Heinrich (Landw. Vers.-Stat. Bd. XIII. 1871 S. 137).

H. Karsten (Landw. Vers.-Stat. Bd. XIII. S. 176).

N. J. C. Müller (Bot. Untersuchungen. Heidelberg 1872).

Wegen Verzögerung in der Ausarbeitung und Publication dieser Arbeit konnten die etwaigen späteren Veröffentlichungen über diese Frage nicht mehr aufgenommen werden.

cher Widersprüche, als vorläufiges Endresultat: dass die Production von organischer Substanz mittelst Desoxydation der Kohlensäure (und des Wassers) in der grünhaltigen Pflanzenzelle nur durch die für unser Auge sichtbaren Lichtstrahlen vermittelt wird; dass mithin zur Ueberwindung der chemischen Affinität zwischen den beiden Bestandtheilen der Kohlensäure nur Aetherwellen von 0,00039 bis 0,00068 Mm. Wellenlänge verwendet werden, deren lebendige Kraft somit in Spannkraft der chemischen Differenz übergeht. Die quantitative Wirkung der einzelnen Strahlengattungen des Spectrums auf die Assimilation ist am grössten bei den dem Auge am hellsten erscheinenden gelben Strahlen, welche für sich allein so viel leisten, wie alle übrigen Farben zusammengenommen; überhaupt ist die Energie, mit welcher die einzelnen Farbenzonen des Spectrums die Kohlensäurezerlegung bewirken, fast genau ihrer subjectiven Helligkeit proportional. Allerdings stimmt diese Thatsache nicht ganz mit dem theoretischen Schlusse überein, welcher aus dem Absorptionsspectrum des Chlorophylls gemäss dem Euler'schen Principe folgert, dass das Maximum der assimilirenden Wirkung in dem am stärksten absorbirten Streifen im Roth (zwischen den Fraunhofer'schen Linien B u. C) liegen müsse.

Ohne nun näher in das Detail der Frage über die Kohlensäurezerlegung in den einzelnen Theilen des Spectrums einzugehen, glaubte der Verfasser den Einfluss des Lichtes auf das pflanzliche Leben und die Assimilation auch nach einer anderen Seite hin untersuchen zu müssen, nämlich hinsichtlich der mit der Assimilation aufs innigste zusammenhängenden Aufnahme der mineralischen Nährstoffe. Dabei sollte vorzüglich ein Beitrag zur Beantwortung folgender Fragen angestrebt werden:

1) Ist die Aufnahme der Aschenbestandtheile unter sonst gleichen Verhältnissen bei verschiedener Lichteinwirkung stets proportional der Menge assimilirter organischer Materie oder nicht?

2) Werden einzelne Stoffe unter der Einwirkung gewisser Lichtarten leichter oder schwieriger von den Pflanzen aufgenommen, als im directen Sonnenlicht?

3) Welche quantitative Wirkung kommt den einzelnen Farben gegenüber dem directen Sonnenlicht sowie gegenüber gedämpftem Tageslicht bezüglich der Assimilation und der Aufnahme mineralischer Nährstoffe zu?

I. Beschreibung der Untersuchungsmethode.

Da es sich in erster Linie um Vegetationsversuche handelte, welche hinreichendes Material zu den später vorzunehmenden Aschenanalysen produciren sollten, so musste der Versuch ganz dem entsprechend angelegt werden. Es wurden zu diesem Zwecke zahlreiche Erbsenkörner in gesonderten, geräumigen Kästen, welche in der später zu schildernden Weise mit farbigen Gläsern verschlossen waren, in reinem Quarzsand zur Keimung und unter ganz gleicher Zufuhr von Nährstofflösung zur weiteren Entwicklung gebracht; die so erzogenen Pflanzen wurden sorgfältig gesammelt, gewogen und auf ihre Aschenbestandtheile analysirt.

Als Medien zur Herstellung verschieden modificirten Lichtes wurden gefärbte Gläser deshalb verwendet, weil bei der langen Dauer des Versuchs farbige Lösungen in parallelwandigen Gefässen (wie solche zuweilen angewendet werden) nicht zweckmässig hätten benützt werden können. Obgleich diese Gläser kein monochromatisches Licht durchliessen, so bewirkten sie doch eine durchgreifende Trennung der verschiedenen Zonen des Spectrums und gestatten mithin bei der langdauernden Lichteinwirkung einen Schluss auf die Wirksamkeit der hauptsächlich durchgegangenen Strahlengattungen. Deshalb ist eine Schilderung der optischen und sonstigen physikalischen Eigenschaften dieser Gläser zu einer Beurtheilung ihres Effectes unumgänglich erforderlich.

1) Spectroskopische Untersuchung der Gläser. Dieselbe wurde mittelst eines guten von Desaga gefertigten Spectroskops vorgenommen, und ihre wesentlichsten Ergebnisse sind in folgendem Schema, unter Ausschluss des violetten Theiles, graphisch übersichtlich dargestellt.

Farbenzonen des Spectrums:	Roth	Orange	Gelb	Grün	Blau	Indigo
Fraunhofer'sche Linien:	A a B C		D	E b	F	G

Spectrum des rothen Glases: sehr hell — schwach

Spectrum des gelben Glases: sehr hell — schwach

Spectrum d. grünen Glases: hell — sehr hell — schwach

Spectrum des blauen Glases: hell — schwach — sehr häll — schwach

Spectrum des violetten Glases: hell — schwach — schwach — sehr hell

Spectrum des Chlorophylls

Mithin absorbirt das rothe Glas (sog. »überfangenes« durch Kupferoxydul gefärbtes Glas) die brechbarere Hälfte des Sonnen-Spectrums (blau, indigo, violett) gänzlich, lässt zwischen *D* und *E* einen schwachen Streifen gelben Lichtes durch, während die weniger brechbaren Strahlen des Orange und Roth ungeschwächt durchgehen; nur vom äussersten Roth verschwindet noch ein Theil.

Das gelbe, durch Eisenoxyd und wahrscheinlich Antimonoxyd gefärbte Glas absorbirt Blau und Violett ebenfalls stark, dämpft Grün und Roth etwas, lässt aber Gelb und Orange unverändert durchgehen.

Das grüne, durch Chromoxyd gefärbte Glas absorbirte an beiden Enden des Spectrums Violett und Roth, ebenso den hellsten Theil von Gelb, und lässt ausser Grün noch einen Theil von Orange, Gelb und Blau durchgehen.

Das blaue (überfangene, durch Kobaltoxydul gefärbte) Glas lässt die brechbarere Hälfte des Spectrums fast ganz durchgehen, ausgenommen das äusserste Violett; ferner bleibt ein schmaler Streifen im Roth zwischen *A* und *a* fast ungeschwächt. Dagegen wird das übrige Roth, Orange und Grün fast ganz absorbirt, und im Gelb bei *D* bleibt nur ein schwacher Streifen.

Das violette, durch Manganoxyd gefärbte Glas absorbirt vorzüglich den mittleren, hellsten Theil des Spectrums, am stärksten Orange und Gelb, weniger Grün, dagegen lässt es Roth, Blau und Violett fast ganz durch.

2) Photometrische Prüfung der Gläser. Um die Intensität des von den einzelnen Gläsern durchgelassenen Lichtes zu vergleichen und dessen subjective Helligkeit zu messen, wurde ein gewöhnlicher Bunsen'scher Photometer benutzt, wie solche zur Messung der Lichtstärke des Gases im Gebrauche sind; als gemeinsames Vergleichsobject diente die in allen Gaswerken eingeführte Normalkerze.

Obgleich streng genommen verschiedenfarbiges Licht nicht gegenseitig vergleichbar ist, so musste doch die auffallende Verschiedenheit, mit welcher die einzelnen Gläser die Helligkeit einer constant bleibenden Lichtquelle abschwächten, experimentell festgestellt werden, da später bei Besprechung der

Vegetationsversuche hierauf zurückzugreifen sein wird. Diese Verschiedenheit entsprach nicht jener verschiedenen Intensität, welche die einzelnen Theile des Sonnen-Spectrums zeigen, sondern vor Allem erwies sich das grüne Glas als verhältnissmässig viel zu dunkel, während die relative Helligkeit hinter dem gelben, rothen und blauen Glase mehr sich dem Verhalten der ihrer Farbe entsprechenden Theile des Sonnen-Spectrums näherten.

Die Ermittlung der subjectiven Helligkeit des durchgelassenen Lichtes geschah in folgender Weise: Nachdem eine Gasflamme durch Regulirung des Stromes zu einer constanten Helligkeit von 14,03 Normalkerzen gebracht worden war, wurden der Reihe nach die einzelnen farbigen Glasplatten zwischen die Flamme und den transparenten Schirm des Photometers eingeschoben, wodurch je nach der Farbe der Gläser eine verschieden starke Dämpfung der Helligkeit des Gaslichtes eintrat. Durch Verschiebung des transparenten Schirmes bis zu jenem Punkte, wo die Lichststärke der Kerze mit dem von der anderen Seite herfallenden gedämpften Licht der Gasflamme gleich stark war, und durch Messung der beiderseitigen Entfernungen waren dann die Anhaltspunkte gegeben, um nach dem Gesetze, dass die Lichtstärke mit dem Quadrate der Entfernungen abnimmt, zu berechnen, wie vielen Normalkerzen das jedesmal durchgegangene Licht entspricht.

Es ergab sich auf diese Art für:

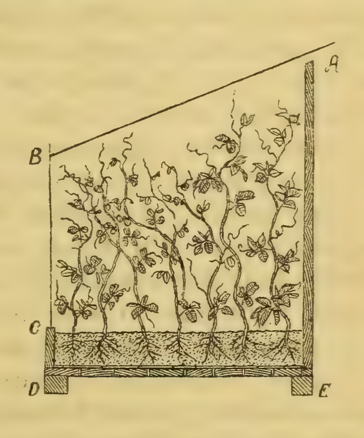
gewöhnliches (weisses) Fensterglas	=	14,03	Normalkerzen
rothes Glas	=	2,74	»
gelbes »	=	8,33	»
grünes »	=	0,68	»
blaues »	=	0,70	»
violettes »	=	0,73	»

Diese Zahlen geben daher das Verhältniss an, in welchem während der Dauer des Versuches das Sonnenlicht bezüglich seiner Intensität geschwächt wurde, indem es durch die einzelnen Glaswände hindurchdringt.

3) Photographische Prüfung der Gläser. Um die Wirksamkeit des von den verschiedenen Gläsern durchgelassenen

Lichtes auf die Zerlegung der Silberhaloidsalze zu prüfen, wurde ein präparirtes photographisches Papier unter jeder Glasplatte auf schwarzem Sammetgrund 3—4 Stunden lang gleichzeitig dem gewöhnlichen (diffusen) Tageslichte ausgesetzt und hierauf fixirt. Das Ergebniss dieser Prüfung ist[1]: dass nächst dem unter Fensterglas ausgesetzten Papier jenes unter Blau und Violett am intensivsten gebräunt wurde. Hierauf folgt das unter Grün und Gelb exponirte Papier, welches noch einen schwachen Ton zeigt. Fast gar keine Veränderung erfuhr das photographische Papier unter dem rothen Glase. Aus diesem Verhalten von photographisch empfindlichem Papier lässt sich zugleich der Schluss ziehen, dass die Gläser wirklich im Stande sind, eine für den Zweck der Vegetationsversuche hinreichende Trennung der einzelnen Strahlengattungen zu bewirken, so dass also Schlüsse auf die physiologische Wirkung der letzteren zulässig sind.

4) Die Diathermansie der einzelnen Gläser wurde mittelst genauer Thermometer geprüft, aber keine wesentlichen und constanten Verschiedenheiten gefunden. Bezüglich dieser Frage wird auf die Untersuchungen Emery's[2] verwiesen, der mittelst feiner thermoelektrischer Säulen die Wärmemengen bestimmte, welche durch farbige Gläser durchgehen. Derselbe fand die Diathermansie des grünen Glases am geringsten. —



Die Anordnung der Versuchskästen selbst, einer Miniatur-Nachbildung der in den Gärten gebräuchlichen Glashäuser, zeigt nebenstehender Querschnitt. *AE* ist die hölzerne Rückwand, *CD* die niedrige Vorderwand,

---

[1] Ein Muster so behandelten Papieres, je einen 1 Quadratcm. grossen Ausschnitt von jeder Sorte enthaltend, hat der Redaction d. Z. vorgelegen. N.

[2] Annales des Sciences naturelles, Tome XVII. p. 195.

welche, wie der Boden *ED*, ebenfalls aus Holz ist. Wegen des Luftzutrittes ist der Boden vielfach durchlöchert und um die Berührung der Pflanzenwurzeln mit dem Holz zu vermeiden, mit Schieferblättchen bedeckt. Die Seitenwandungen von der Form *AEDB* sind ganz geschlossen, so dass das Licht nur durch die beiden Glasplatten *AB* und *BC*, die in Falzen der Seitenwände eingeschoben sind und von denen *BC* über die Kante bei *B* hervorragt, einfallen kann.

Der Luftzutritt war ausserdem durch Spalten in der Rückwand und durch den etwa 2 Cm. hohen Abstand der Glasplatte bei A ermöglicht. Der Boden jedes Kastens hatte eine Länge von 33 und eine Breite von 25 Cm., also eine Fläche von 825 □Cm. und wurde mit ziemlich feinkörnigem, geschlämmtem Quarzsand, der zuvor mit kalter Salzsäure ausgezogen worden war, ca. 5 Cm. hoch angefüllt. Solcher Kästen wurden 6 hergerichtet und mit Fensterglas und den 5 farbigen Gläsern verschlossen; ausserdem wurde ein gleich grosser Kasten ohne Rückwand und Seitenwände mit demselben Sand gefüllt in einem Keller aufgestellt, der nur von einem 1/4 □Met. grossen, nach Norden gehenden Kellerfenster Dämmerlicht erhielt. Die sechs mit Gläsern verschlossenen Kästen wurden vor den nach S. W. gerichteten Fenstern meiner Wohnung aufgestellt, so dass sie von 9 Uhr Vormittags bis Sonnenuntergang vom directen Sonnenlichte getroffen wurden.

Der Versuch begann am 21. April 1873, nachdem die sorgfältig ausgewählten, möglichst gleich grossen Erbsenkörner schon 2 Tage zuvor in destillirtem Wasser zum Ankeimen gebracht worden waren. Die Körner wurden sammt der Samenschale (Testa) in Reihen gesteckt, so dass 100 Stück in jeden Kasten kamen. Die ganze Versuchsdauer war 44 Tage, innerhalb deren jeder Kasten 18 mal je 100 CC, also im Ganzen 1,8 Liter Nährstofflösung von 2 pro mille Gehalt, und ausserdem, je nach Erforderniss, eine öftere für alte Kästen gleiche Zufuhr destillirten Wassers erhielt. Diese Nährstofflösung wurde im Grossen für alle Versuchspflanzen gleichartig bereitet und mittelst einer kleinen Spritzflasche von genau 100 CC. Inhalt jedesmal abgemessen und gleichmässig über den Boden

jedes Kastens vertheilt, wobei ein Bespritzen der Blätter und Stengel von Pflanzen sorgfältig vermieden wurde. Bei der Zusammensetzung der Nährstofflösung wurden, um dem Bedürfniss der Erbsenpflanzen zu entsprechen, die Mittel der von E. Wolff mitgetheilten Aschenanalysen von Erbsenstroh und Körnern in der Art zu Grunde gelegt, dass Stroh in doppeltem, die Körner in einfachem Verhältniss angesetzt und addirt wurden, aus welcher Summe dann durch Division mit 3 der Aschengehalt für die ganze Pflanze sich ergab.

Es enthielten nämlich nach E. Wolff im Mittel:

	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphors.	Schwefels.
Erbsenstroh (× 2)	28 %	45 %	10 %	10 %	7 %
Erbsenkörner (× 1)	44 %	5 %	9 %	38 %	4 %
Mittel für die ganze Pflanze	33 %	32 %	10 %	19 %	6 %

Letzterer procentischen Zusammensetzung entspricht nahezu[1]) ein Salzgemisch von

36,5 Gewthl. trockenem saurem phosphorsaurem Kalium (wasserfrei)
135,0 » Calciumnitrat (wasserhaltig)
61,5 » Magnesiumsulphat (wasserhaltig)
21,5 » trockenem Kaliumnitrat (wasserfrei)

Summa: 254,5 Gewthl. Salz, woraus sich die für eine gewisse Menge Wasser, z. B. 20 Liter, erforderliche Gewichtsmenge eines jeden Salzes berechnet. Die Nährstofflösung erhielt eine Concentration von 2 pro mille fester Substanz, weil eine öftere Zufuhr von Wasser zur Verhinderung des Austrocknens der Sandschichte voraussichtlich stattfinden musste, wodurch sich ohnehin eine Verdünnung ergab.

Da, wie schon erwähnt, jeder Kasten im Verlaufe des Versuches 1,8 Liter obiger Nährstofflösung zugeführt bekam, so belief sich der Vorrath an mineralischen und stickstoffhaltigen Nährstoffen für jeden Kasten auf 3,6 Gramm Salzmischung, wozu noch die in 100 Erbsenkörnern enthaltene Aschenmenge

[1]) Ausser Schwefelsäure, welche dadurch auf 20 % steigt.

(= 0,659 Grm.) gerechnet werden muss. Obgleich die Nährstofflösung keine Chlorverbindungen enthielt, welche doch nach den Untersuchungen von A. Bayer (Landw. Vers. XI., 262) und Nobbe (Landw. Vers. VII, 370) bei der Entwicklung der Erbsenpflanze nicht fehlen dürfen, so war doch, wie ich mich überzeugte, ein Mangel an Chlor nicht zu befürchten, weil die zum Digeriren des Quarzsandes verwendete Salzsäure trotz starken Aussüssens noch immer Antheile von Chloriden (Eisen- und etwas Calciumchlorid) zurückgelassen hatte.

Die Witterung während dieser 44 Tage war im Ganzen noch etwas kühl, der Himmel öfters bedeckt; nachstehende Tabelle giebt die Maximaltemperatur im Schatten an, wie solche am Thermometrographen der hiesigen meteorologischen Station des Hrn. Professor Dr. Ebermayer notirt wurde.

Datum	Grade Reaum.	Datum	Grade Reaum.	Datum	Grade Reaum.	Datum	Grade Reaum.	Datum	Grade Reaum.	Datum	Grade Reaum.	Datum	Grade Reaum.	Datum	Grade Reaum.
April		26.	4,8°	Mai		6.	15,0°	12.	16,2°	18.	20,6°	24.	11,0°	30.	11,9°
21.	13,9°	27.	4,7°	1.	10,0°	7.	15,0°	13.	11,2°	19.	16,9°	25.	15,3°	31.	13,4°
22.	15,3°	28.	7,8°	2.	15,1°	8.	15,8°	14.	11,2°	20.	11,8°	26.	19,0°	Juni	
23.	15,4°	29.	0,8°	3.	15,2°	9.	16,4°	15.	14,0°	21.	13,8°	27.	18,3°	1.	17,0°
24.	12,4°	30.	5,6°	4.	13,9°	10.	14,4°	16.	16,0°	22.	14,1°	28.	15,2°	2.	19,0°
25.	12,8°			5.	14,0°	11.	15,9°	17.	18,5°	23.	16,4°	29.	11,1°	3.	22,2°

Im Allgemeinen war mithin die Temperatur eine ziemlich niedrige, da der Frühling 1873 verhältnissmässig kalt und trüb war; die Entwicklung der Keimpflanzen wurde dadurch auch sehr verlangsamt, und es erklärt sich hieraus die geringe Assimilation selbst der im directen Sonnenlicht erwachsenen Pflanzen.

Da die aus den Körnern hervorgegangenen Erbsenpflanzen trotz der durchlöcherten Böden in sämmtlichen Kästen noch einer ausgiebigen öfteren Durchlüftung bedurften, so wurde jeden Abend nach Sonnenuntergang die obere dachförmige Glasplatte entfernt, um der atmosphärischen Luft die Nacht hindurch ungehinderten Zutritt zu den Blättern zu gestatten; früh Morgens

wurde selbstverständlich wieder die Platte an jedem Kasten eingeschoben.

Während des Versuches wurden folgende Bemerkungen über die Vegetationserscheinungen an den Pflanzen gemacht: Zuerst und am schnellsten erfolgte die Keimung (Entwicklung der Radicula und Plumula mit den Kotyledonen) im Dunkeln, sowie unter grünem und violettem Glase, hierauf unter blauem und rothem, am langsamsten unter gelbem und noch mehr unter gewöhnlichem Fensterglase. Unter letzterem gingen sogar einige Keimpflänzchen in Folge der starken Lichteinwirkung zu Grunde, obgleich der Boden stets feucht war. Im weiteren Verlaufe der Keimung zeigten die Pflanzen im Grün und Violett bald eine auffallend längere Stengelbildung als im weissen und gelben Licht, während dagegen die Flächenentwicklung der Blätter sehr klein war. Die Pflanzen im blauen Licht hatten ebenfalls lange, schraubenförmig gekrümmte Stengel, aber dunkelgrüne, ziemlich regelmässige Blätter; ähnlich jene im rothen Lichte.

Am niedrigsten blieben lange Zeit die Pflänzchen unter weissem Fensterglas, welche aber dafür sehr breite, fleischige Blätter von dunkelgrüner Farbe und oft zwei oder drei Stengel zugleich ausbildeten; ihnen am nächsten kamen die Pflanzen unter gelbem Glas. Als nach sechs Wochen die besser entwickelten Pflanzen im Sonnenlichte ca. 20 Cm. Länge, jene im gelben, rothen und blauen Licht ca. 30 Cm. Länge erreicht hatten, dagegen jene unter violettem und grünem Glase allmälig zu verkümmern drohten, wurde der Versuch am 3. Juni gleichzeitig mit allen Kästen beendigt, um eine gleiche Dauer der Lichteinwirkung als Vergleich benützen zu können.

Die erzogenen Pflanzen wurden zu diesem Zwecke mit einer Scheere über dem Wurzelknoten abgeschnitten, im frischen Zustande gewogen, hierauf nach Grösse und Formverhältnissen klassificirt und gemessen. Die Wurzelstöcke mit den Resten der eingeschrumpften Kotyledonen wurden aus dem Sande vorsichtig ausgezogen, wobei nur unbedeutende Verluste durch Abreissen einzelner der feinsten Faserwürzelchen dritter Ordnung erfolgten; die gewonnene Wurzelmasse wurde möglichst sorgfältig von anhängendem Sande befreit, mehrmals schnell abgespült und später in luft-

trockenem Zustande gewogen, das Gewicht in frischem Zustand wurde nach dem an kleinen Proben ermittelten Wassergehalt berechnet, wozu die Gewichte der Kotyledonen addirt wurden. Obgleich nicht sämmtliche gesteckten Samen zur Entwicklung gekommen waren, sondern zuweilen einzelne verkümmerten, so wurden doch die Gewichtsmengen des gewonnenen Pflanzenmaterials zum Zweck einer allgemeinen Vergleichbarkeit auf je 100 Stück Pflanzen umgerechnet, indem Stückzahl und Gewicht der frischen und lufttrockenen Substanz proportional erhöht wurden.

II. Beschreibung der erzogenen Pflanzen nach Grösse, Form und Gewicht.

Farbe der Gläser	Zahl der Pflanzen nach Grössenklassen	Gewicht der oberirdischen Pflanzentheile lufttrocken Gramme	Länge der oberirdischen Pflanzentheile Centimeter	Dicke der unteren Stengelglieder Millimeter	Zahl der entwickelten Blätter
	Auf 100 Pflanzen berechnet				
Weisses Fensterglas	38 I. Klasse	7,915	15—20	3	21—24
	62 II. »	9,277	8—15	2	18—21
Roth	43 I. »	5,844	30 durchschn.	2,5	24
	43 II. »	3,710	20—25	2	18—21
	14 III. »	1,072	15—20	1,5	12
Gelb	56 I. »	8,219	45—50	2	24—27
	44 II. »	4,177	20—25	1,5	18—24
Grün	24 I. »	2,362	30 durchschn.	2	15—21
	47 II. »	3,512	20—25	1,5	12—15
	29 III. »	2,065	bis 20	1	9—12
Blau	60 I. »	6,052	35 durchschn.	2	21—24
	40 II. »	2,859	25—30	1,5	15—21
Violett	27 I. »	2,498	30—35	2	15—21
	35 II. »	2,709	20—25	1,5	9—15
	38 III. »	2,419	15 durchschn.	1,5	9—12
Im Keller etiolirt	sämmtliche Pflanzen fast gleich		30—50	2	9—12

Mithin hatten die Pflanzen im directen Sonnenlicht sich am gleichartigsten entwickelt und bei relativ geringer Streckung der Stengelglieder die grösste Gewichtsmenge lufttrockener Substanz producirt, weil die Stengel sehr dick, die Blätter aber zahlreich und der Fläche nach stark entfaltet waren. Von diesem normalen Bau waren die Pflanzen sämmtlicher übrigen Kästen mehr oder weniger weit entfernt. Die grösste Streckung der Stengel zeigten die im Keller erzogenen, wachsartig gelben durchscheinenden (etiolirten) Pflanzen, welche bis 0,5 Meter lang waren und nur wenige blassgrüne Blättchen besassen, gleichwohl aber wegen der gleichmässigeren Temperatur des Kellers resp. der Abhaltung der Mittagshitze ein sehr saftiges Ansehn boten. Sehr ähnlich den letztgenannten Pflanzen waren jene unter Violett und Grün, indem sie ebenfalls nur wenige, kleine und blassgrüne Blätter an den langgestreckten Stengeln hatten, aber wegen der Einwirkung der Hitze weniger geschwellt und saftreich aussahen. Die Gewichtsmengen lufttrockener Substanz waren in diesen beiden Kästen am kleinsten, und zwar im Grün noch geringer, als im Violett, vermuthlich weil das grüne Glas am dunkelsten war. Die Pflanzen unter blauem Glas hatten eine sehr gleichartige Entwicklung, zeigten zwar auch langgestreckte Stengel, aber dunkler gefärbte, entwickeltere Blätter, als die vorigen; auch die Trockensubstanz war grösser. An diese schliessen sich die im Roth erwachsenen Pflanzen an, welche sowohl in der Blattentwicklung und Färbung, als in der Menge der Trockensubstanz einen Vorsprung hatten. Das beste Gedeihen unter allen farbigen Medien hatte das Gelb-Glas zur Folge; die Pflanzen dieses Kastens waren nur durch die langgestreckten Stengel von den im directen Sonnenlicht erwachsenen verschieden, hatten aber zahlreiche grosse, dunkelgrüne Blätter und in Folge dessen viel Trockensubstanz.

In folgender Uebersicht sind die Gewichte der ganzen Pflanzen (incl. Wurzeln und Kotyledonen - Resten) vorgetragen, wie solche im frischen, dann im lufttrockenen und zuletzt im wasserfreien Zustand erhalten wurden, wobei der Vergleichbarkeit wegen ebenfalls 100 Pflanzen zu Grund gelegt sind.

Farbe der Gläser, unter welchen die Pflanzen erwuchsen	a. Oberirdische Pflanzentheile b. Wurzeln, Wurzelstöcke und Reste von Samenlappen	Gewicht von 100 Pflanzen: im frischen Zustande	Gewicht von 100 Pflanzen: im lufttrockenen Zustande	Gewicht von 100 Pflanzen: wasserfrei (bei 100 °C getrocknet)	Wassergehalt: von 100 frischen Pflanzen	Wassergehalt: procentisch im frischen Zustande	Wassergehalt: im lufttrockenen Zustande
		Gramme				Procente	
Fensterglas	a.	124,045	17,192	14,892	109,153	87,99	13,38
	b.	55,228	7,649	6,614	48,614	88,06	13,53
	Sa.	179,273	24,841	21,506	157,767	—	—
Roth	a.	99,464	10,626	9,148	90,316	90,88	13,91
	b.	38,055	3,959	3,425	34,630	91,03	13,49
	Sa.	137,519	14,585	12,573	124,946	—	—
Gelb	a.	121,875	11,396	10,636	111,239	91,27	14,20
	b.	48,400	5,104	4,356	44,044	91,00	14,65
	Sa.	170,275	17,500	14,992	155,283	—	—
Grün	a.	61,296	7,939	6,620	54,676	89,20	16,62
	b.	9,830	1,168	0,983	8,847	89,96	15,74
	Sa.	71,126	9,107	7,603	63,523	—	—
Blau	a.	75,666	8,911	7,617	68,049	89,93	14,52
	b.	32,330	3,779	3,233	29,097	90,05	14,45
	Sa.	107,996	12,690	10,850	97,146	—	—
Violett	a.	70,258	7,626	6,503	63,755	90,74	14,71
	b.	29,500	3,469	2,950	26,550	90,51	14,95
	Sa.	99,758	11,095	9,453	90,305	—	—
Im Keller gewachsene Pflanzen	a.	100,115	6,975	6,091	94,024	93,91	12,67
	b.	44,230	5,033	4,423	39,807	90,04	12,12
	Sa.	144,345	12,008	10,514	133,831	—	—
Samenkörner, die zum Versuch verwendet wurden	—	—	25,663	22,565	3,097	—	12,07

Diese Tabelle zeigt, wie dies schon durch vielfach angestellte Keimungsversuche [1]) bewiesen wurde, dass die Keimpflanze vorzüglich Wasser in sehr bedeutenden Mengen aufnimmt, während gleichzeitig die in den Kotyledonen aufgespeicherten Reservestoffe (Stärkmehl, Fett, Zucker, Gummi und die Proteinstoffe) eine Verminderung erfahren. Diese letztere ist eine Folge der unter Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabscheidung verlaufenden chemischen Vorgänge, auf denen die Umbildung der Reservestoffe in Bestandtheile der neuen Zellgewebe beruht; denn das Leben des Keimlings besteht ja bekanntlich in der Verwendung der von der Mutterpflanze ursprünglich assimilirten organischen Substanz, welche in ausdauerungsfähiger Form in den Samenlappen abgelagert war, — ist also bis zu einem gewissen Grade ein parasitisches Leben. Die umgebildeten Reservestoffe bilden aber nicht allein das Material für die neuzubildenden Zellwandungen, Zellsäfte und Protoplasma, sondern liefern höchst wahrscheinlich auch durch Oxydationsvorgänge die Quelle von mechanischer Kraft, welche in der Ueberwindung der Schwere bei der Erhebung und Entfaltung der neuen Organe sowie in der Bewegung des Zellsaftes Arbeit verrichtet.

Aus obiger Tabelle berechnet sich die Zunahme des Wassergehaltes für 100 Pflanzen, dann der Verlust an Trockensubstanz gegenüber den angebauten Erbsenkörnern für die einzelnen Versuchsobjecte folgendermassen:

	Directes Sonnenlicht	Roth	Gelb	Grün	Blau	Violett	Dämmerlicht des Kellers
	Gramme						
Zunahme an Wasser	154,670	121,849	152,186	60,426	95,049	87,198	130,734
Verlust an Trockensubstanz	1,059	9,992	7,573	14,962	11,715	13,112	12,051

[1]) Bekannt sind die hierauf bezüglichen Versuche Boussingaults; unter den neueren Vegetationsversuchen sind namentlich jene von Dr. Jul. Schröder (Landw. Vers.-Stat. X. S. 493) und von Dr. H. Karsten (L. V.-St. XIII. S. 176) in sehr detaillirter Weise auf diesen Process eingegangen.

Da die am besten entwickelten Pflanzen im Sonnenlicht, den geringsten jene unter gelbem und rothem Glas in dem Masse einen kleineren Verlust an Trockensubstanz zeigen, als ihre Formverhältnisse sich der normalen Entwicklung näherten, so ist hieraus zu schliessen, dass gleichzeitig neben den Oxydationsvorgängen auch eine Assimilation in den Blättern stattfand, deren Product gleichsam als Einnahme dem Verlust durch die Keimung gegenübersteht und letzteren herabmindert. Ohne Zweifel würden die Pflanzen unter Fensterglas ebenso auch jene unter gelbem und rothem Glase bei längerer Fortsetzung des Versuches oder auch bei günstigerer, wärmerer Witterung bald das ursprüngliche Gewicht der Trockensubstanz des Samens erreicht und übertroffen haben. Mithin erklärt sich der grössere Verlust unter blauem, violettem und grünem Glas, ferner jener im schwachen Tageslichte des Kellers einfach durch den Mangel eines ausgiebigen Ersatzes mittelst Assimilation neuer Substanz. Am ungünstigsten für die Assimilation erwies sich folglich das dunkelgrüne Glas. —

Je geringer der Verlust an Trockensubstanz sich berechnet, desto höhere Beträge von Wasser wurden dagegen von den betreffenden Pflanzen aufgenommen; eine Ausnahme hievon machen nur die im Keller erwachsenen Keimpflanzen, welche in der kühlen, feuchteren Luft einen relativ grösseren Wassergehalt (c. 94 %) erreicht hatten, als die übrigen.

Die Verluste an Trockensubstanz lassen sich am besten übersehen, wenn man die Erträge der erzogenen Pflanzen in Procenten der angebauten Samen ausdrückt, wobei letztere = 100 gesetzt werden; es ergaben nämlich

die	Pflanzen	im	Sonnenlichte	95,3 %
»	»	unter	Roth	55,7 %
»	»	»	Gelb	66,4 %
»	»	»	Grün	33,7 %
»	»	»	Blau	48,1 %
»	»	»	Violett	41,9 %
»	»	im	Keller etiolirt	46,6 %

Dabei ist noch zu bemerken, dass das Verhältniss der oberirdischen Pflanzentheile zu den Wurzeln (incl. Kotyledonenresten)

ein ungleiches war; drückt man nämlich die letzteren in Procenten der Gewichtsmenge der oberirdischen Theile aus, so berechnet sich bei:

Pflanzen im frischen Zustande		Trockensubstanz der erzogenen Pflanzen			
im Sonnenlichte	44,5 %	44,4 %	der	oberirdischen	Theile
unter Roth	38,2 %	37,4 %	»	»	»
» Gelb	39,7 %	41,0 %	»	»	»
» Grün	16,0 %	14,8 %	»	»	»
» Blau	42,8 %	42,0 %	»	»	»
» Violett	42,0 %	44,5 %	»	»	»
im Keller etiolirt	44,1 %	73,6 %	»	»	»

Mithin war die Wurzelbildung unter grünem Glas weitaus am ungünstigsten, in den übrigen Kästen ziemlich normal und im Keller war gegenüber den nur wasserhaltigen Stengeln die Wurzelmasse sehr gross.

III. Ergebnisse der Aschenanalysen.

Die weitere chemische Untersuchung dieser Erbsenpflanzen erstreckte sich nur auf die Ermittlung des Aschengehaltes und die Aschenanalyse, weil das Pflanzenmaterial für weitere Untersuchungen, z. B. Stickstoffbestimmungen oder Ermittlung des Gehaltes an verschiedenen organischen Stoffen, nicht mehr ausreichte.

Die Einäscherung geschah in einem Platintiegel, wobei indessen die Zerstörung der organischen Substanz nur unvollständig erfolgte, so dass die noch immer Kohlentheilchen enthaltende Masse mit kochendem Wasser ausgezogen und abfiltrirt werden musste, um den Rest im Platintiegel vollends einäschern zu können. Das Filtrat wurde hierauf im Wasserbad abgedampft und mit dem zweiten Antheil Asche wieder vereinigt. Die Aschenanalysen selbst boten nur unwesentliche Abweichungen von dem gewöhnlich befolgten Wege (vergl. die analytischen Belege), doch musste mit den Aschenmengen möglichst sparsam verfahren und zu dem Ende die Kohlensäurebestimmung nach dem Verfahren von Dr. Wittstein an der ganzen Aschenprobe

vorgenommen werden. Die nun folgenden Operationen bestanden im Abdampfen mit verdünnter Salzsäure im Wasserbad, Wiederaufnehmen der Masse und Filtriren; im Rückstand wurde Kieselsäure, Sand und Kohle, im Filtrat, nachdem dasselbe halbirt war, phosphorsaures Eisenoxyd, Kalkerde und nach nochmaliger Theilung Magnesia und Phosphorsäure bestimmt. Die zweite Hälfte des Filtrats diente zur Ermittlung der Schwe-

Farbe der Gläser, unter welchen die Pflanzen erzogen wurden	a. Oberirdische Theile b. Wurzeln und Kotyledonenreste	Rohasche der Trockensubstanz	Darin		Reinasche
			Sand und Kohle	Kohlensäure	
				P	r o
Fensterglas	a.	14,29	1,93	13,33	12,11
	b.	18,25	16,18	5,65	14,27
Mittel für die ganzen Pflanzen [1]					12,77
Roth	a.	15,17	2,96	7,60	13,57
	b.	16,38	13,09	8,16	12,90
Gelb.	a.	15,62	3,03	9,39	13,70
	b.	14,76	9,24	5,22	12,63
Grün	a.	13,58	3,34	0,87	13,27
	b.	18,59	10,22	5,40	15,69
Blau.	a.	15,91	2,57	4,49	14,79
	b.	16,54	15,78	4,00	13,27
Violett.	a.	12,88	2,45	4,17	12,03
	b.	13,71	8,45	8,96	11,32
im Keller etiolirte Pflanzen	a.	10,92	8,72	2,10	9,74
	b.	12,53	12,30	2,72	10,65
Samen.	—	3,02	1,01	2,31	2,92

[1] Dieses Mittel berechnet sich aus dem Aschengehalt von 100 ganzen Pflanzen, weil das Verhältniss der Wurzeln zu der Menge oberirdischer Pflanzentheile hierauf einen wesentlichen Einfluss übt.

felsäure und Alkalien. Chlor konnte unter diesen Umständen nicht mehr in den Gang der Analyse gezogen werden.

Die unmittelbaren Ergebnisse der Analysen sind in den analytischen Belegen am Schlusse mitgetheilt; die sich daraus berechnende procentische Zusammensetzung der einzelnen Aschenproben, sowie die Aschengehalte der Trockensubstanz zeigt nachstehende Uebersicht:

In 100 Theilen Reinasche							
Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kieselsäure
c	e	n	t	e			
38,38	0,56	29,31	6,25	0,51	12,71	11,05	1,23
37,20	1,43	17,01	11,37	1,18	13,78	16,23	1,80
38,00	0,86	25,13	8,00	0,71	13,07	12,82	1,41
42,19	1,12	18,18	7,08	1,03	17,15	13,25	Spuren
39,67	0,72	22,62	7,15	1,68	17,03	11,13	—
41,65	1,40	13,40	6,16	1,08	21,72	14,59	—
42,61	0,88	21,08	6,14	1,47	15,07	12,75	—
38,65	1,28	17,12	7,23	1,47	20,14	14,11	—
44,49	1,41	12,18	6,53	2,11	20,29	12,99	—
50,48	2,10	2,52	7,78	0,10	32,73	4,29	—

Aus diesen Resultaten ergeben sich folgende Schlüsse:

Während die zu den Culturversuchen verwendeten Erbsenkörner in 100 Gewichtstheilen Trockensubstanz nur 2,92 Gew.-Theile Reinasche enthielten und mithin zu mehr als 97% aus organischen Stoffen (Stärkmehl, Fett, Zucker, Gummi, Pflanzenfaser und Proteinstoffen) bestanden, änderte sich dieses Verhältniss im Verlaufe des Keimungsprocesses sehr bedeutend, indem der Procentgehalt an Asche ein viel höherer (10 bis 15%), dagegen der ursprüngliche Reichthum an organischen Stoffen ein viel geringerer wurde (bis zu 84% der Trockensubstanz).

Wie schon oben erwähnt, beruht dieses theilweise auf einem Verlust an organischer Substanz durch Oxydationsvorgänge, gleichzeitig aber fand auch eine Aufnahme mineralischer Nährstoffe aus der gebotenen Salzlösung statt, so dass beide Vorgänge zusammen die Veränderung bewirkten.

Das höchste Reinaschenprocent in den oberirdischen Theilen zeigen die Pflanzen unter blauem Glas (14,79%), während unter dem grünen Glase die Wurzelmasse am aschenreichsten ist (15,69%). Das geringste Aschenprocent haben die im Keller etiolirten Pflanzen (9,74%), dann jene unter violettem Glas. Die im directen Sonnenlicht erwachsenen Pflanzen enthalten in ihren oberirdischen Theilen kein hohes Aschenprocent (12,11%) was darauf hindeutet, dass in den Blättern derselben schon wieder viele neue organische Substanz durch Assimilation gebildet worden war; dagegen sind die Wurzeln derselben verhältnissmässig sehr aschenreich. Auf die procentische Zusammensetzung der einzelnen Aschen hatte das verschiedenfarbige Licht einen sehr bedeutenden Einfluss, welcher als eine natürliche Folge der ungleichen Entwicklung der Keimpflänzchen und ihrer verschieden starken Assimilation anzusehen ist.

Bei der Betrachtung des Procentgehaltes an den einzelnen Aschenbestandtheilen geht man ebenfalls am besten von den Samenkörnern aus, die sich durch den grössten Kali- und Phosphorsäure-Reichthum, dagegen durch einen äusserst geringen Kalkgehalt (nur $2^1/_2$ %) auszeichnen. Ihnen gegenüber zeigen die im directen Sonnenlicht (unter Fensterglas) erzogenen Pflanzen

jenes Verhältniss der einzelnen Aschenbestandtheile, wie es bei normaler Entwicklung bis zu diesem Stadium sich gestalten müsste. Es tritt hier nämlich vor Allem die starke Zunahme an Kalk (über 25%) und Schwefelsäure (fast 13%) hervor, während Kali und Phosphorsäure relativ sehr vermindert erscheint. Zwischen diesen beiden Extremen bewegen sich die Procent-Zahlen für die übrigen unter farbigen Gläsern erzogenen Erbsenpflanzen, welche im Allgemeinen um so kalkreicher sind, je grösser die Gesammtmenge der Trockensubstanz ist. Einem hohen Kalkgehalt correspondirt durchschnittlich ein niedriges Phosphorsäureprocent, doch ist letzteres bei den unter blauem Glas erwachsenen Pflanzen im Verhältniss auffallend niedrig. Im Gegensatze zu den starken Veränderungen im Kalk- und Schwefelsäuregehalt ist die ziemlich constant bleibende Grösse des Magnesiagehaltes erwähnenswerth.

Um die Unterschiede im Aschengehalte zwischen oberirdischen Pflanzentheilen und den Wurzeln (nebst Kotyledonenresten) kennen zu lernen, wurde von den unter Fensterglas erwachsenen Pflanzen je eine Analyse beider durchgeführt, wobei es sich zeigte, dass der Hauptunterschied im Kalkgehalte liegt, welcher in den Blättern und Stengeln fast um die Hälfte grösser ist, als in den Wurzeln; dagegen sind letztere um viel reicher an Magnesia und Schwefelsäure.

Da jedoch die procentische Zusammensetzung der Aschen für sich allein betrachtet und ohne Rücksicht auf das Verhältniss zur organischen Substanz noch keinen klaren Blick in die während des Keimungsprocesses eingetretenen Veränderungen gestattet, so müssen die Ergebnisse der Analysen noch von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet und darnach berechnet werden. Zunächst folgt eine Uebersicht der in 1000 Gewichtstheilen Trockensubstanz enthaltenen Mengen von Asche und ihren einzelnen Bestandtheilen.

(Tabelle folgende Seite.)

Farbe der Gläser, unter welchen die Pflanzen erzogen wurden	1000 Gewichtstheile Trockensubstanz der Erbsenpflanzen enthalten								
	Gesammte Reinasche	KO	Na O	Ca O	Mg O	Fe_2O_3	PO_5	SO_5	SiO_3
Fensterglas a.	121,1	46,4	0,7	35,5	7,6	0,6	15,4	13,4	1,5
Fensterglas b.	142,7	53,0	2,1	24,2	16,2	1,7	19,7	23,2	2,6
Mittel für die ganzen Pflanzen	127,7	48,5	1,1	32,1	10,2	0,9	16,7	16,4	1,8
Roth	133,9	56,5	1,4	24,3	9,5	1,4	23,0	17,8	—
Gelb	133,9	53,2	0,9	30,3	9,5	2,3	22,8	14,9	—
Grün	135,7	56,5	1,9	18,2	8,3	1,5	29,5	19,8	—
Blau	143,4	61,1	1,3	30,2	8,8	2,1	21,6	18,3	—
Violett	118,0	45,6	1,5	20,2	8,5	1,7	23,8	16,7	—
Im Keller etiolirte Pflanzen	101,2	44,9	1,4	12,4	6,7	2,1	20,5	13,1	—
Samen	29,2	14,8	0,6	0,8	2,3	0,04	9,5	1,2	—

Hier tritt besonders deutlich der Unterschied zwischen den oberirdischen Theilen und den Wurzeln der im directen Sonnenlicht erwachsenen Pflanzen hervor. Während erstere sehr kalkreich sind, zeichnen sich letztere durch Reichthum an Kali, Magnesia, Phosphorsäure und Schwefelsäure aus. Was das gegenseitige Verhältniss der unter verschiedenfarbigem Licht erwachsenen Pflanzen betrifft, so erkennt man deutlich, wie mit der Aufzehrung der Reservestoffe ein Steigen der absoluten Aschenmengen correspondirt, während andererseits die Neubildung organischer Stoffe in den Blättern (Assimilation) die Aschenmenge gegenüber der Trockensubstanz wieder scheinbar herabdrückt. In auffallender Weise tritt der grosse Kali- und Kalkgehalt der unter blauem Glase erwachsenen Pflanzen hervor, welch' letztere dagegen ziemlich arm an Phosphorsäure sind. —

Behufs einer Bilanz zwischen den im Samen ausgelegten und in den erzogenen Pflanzen wieder erhaltenen Aschenmengen ist im Folgenden eine Berechnung der in 100 Pflanzenindividuen enthaltenen Aschenmengen durchgeführt:

Farbe der Gläser, unter welchen die Pflanzen erzogen wurden	a. Oberirdische Theile b. Wurzeln und Kotyledonen	In 100 Pflanzen ist enthalten:									
		Gesammte Trockensubstanz	Gesammte Reinasche	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kieselsäure
		Gramme									
Fensterglas	a.	14,892	1,802	0,692	0,010	0,528	0,113	0,009	0,229	0,199	0,022
	b.	6,614	0,944	0,352	0,013	0,161	0,107	0,011	0,130	0,153	0,017
	Sa.	21,506	2,746	1,041	0,023	0,689	0,220	0,020	0,359	0,352	0,039
Roth	a.	9,148	1,241	0,710	0,018	0,306	0,119	0,017	0,289	0,224	—
	b.	3,425	0,442								
	Sa.	12,573	1,683								
Gelb	a.	10,636	1,457	0,797	0,014	0,454	0,143	0,034	0,342	0,223	—
	b.	4,356	0,550								
	Sa.	14,992	2,007								
Grün	a.	6,620	0,878	0,430	0,015	0,138	0,064	0,011	0,224	0,150	—
	b.	0,983	0,154								
	Sa.	7,603	1,032								
Blau	a.	7,617	1,127	0,663	0,014	0,328	0,095	0,023	0,235	0,198	—
	b.	3,233	0,429								
	Sa.	10,850	1,556								
Violett	a.	6,503	0,782	0,431	0,014	0,191	0,081	0,016	0,225	0,158	—
	b.	2,950	0,334								
	Sa.	9,453	1,116								
Im Keller etiolirte Pflanzen	a.	6,091	0,593	0,473	0,015	0,130	0,070	0,022	0,216	0,138	—
	b.	4,423	0,471								
	Sa.	10,514	1,064								
Samen	—	22,565	0,659	0,333	0,014	0,017	0,051	0,001	0,215	0,028	—

Die Verluste an Trockensubstanz, wie sie sich aus dieser Tabelle berechnen, sind schon oben Seite 33 angeführt, doch geben dieselben nicht den wirklichen Verlust an organischer Materie an, weil in der Trockensubstanz die Aschengehalte mit inbegriffen sind und weil die Asche eine Zunahme erfuhr. Folglich muss, um den Verlust an organischen Stoffen zu finden, die Grösse der Zunahme der Aschenbestandtheile zu dem Verlust an Trockensubstanz noch addirt werden.

Man erhält mithin folgende Zahlen:

	Weiss	Roth	Gelb	Grün	Blau	Violett	im Keller etiolirt
Verlust an Trockensubstanz	1,059	9,992	7,573	14,962	11,715	13,112	12,051
Zunahme an Asche	2,087	1,024	1,348	0,373	0,897	0,457	0,405
Summa: Verlust an organischer Materie	3,146	11,016	8,921	15,335	12,612	13,569	12,456

Rechnerisch aus obiger Tabelle hergeleitet, stellen sich die stofflichen Zu- und Abnahmen der Versuchspflanzen in Grammen in folgender Uebersicht dar.

Farbe der Gläser	Verlust	Zunahme							
	Organische Substanz	Wasser	Reinasche	Kali	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure
Fensterglas	3,146	154,670	2,087	0,711	0,672	0,169	0,019	0,144	0,324
Roth	11,016	121,849	1,024	0,377	0,289	0,068	0,016	0,074	0,196
Gelb	8,921	152,186	1,348	0,464	0,437	0,092	0,023	0,127	0,195
Grün	15,335	60,426	0,373	0,097	0,121	0,013	0,010	0,009	0,122
Blau	12,612	95,049	0,897	0,330	0,311	0,014	0,022	0,020	0,170
Violett	13,569	87,198	0,457	0,098	0,174	0,030	0,015	0,010	0,130
Im Keller etiolirt	12,456	130,734	0,405	1,140	0,113	0,019	0,021	0,001	0,110

Aus der Thatsache, dass die Aufnahme der mineralischen Nährstoffe nahezu in umgekehrtem Verhältniss zu dem Verlust an organischer Substanz stattfand, folgt mit Sicherheit, dass die vermehrte Aufnahme von Aschenbestandtheilen mit den Assimilationsvorgängen im innigsten Zusammenhang stand, und dass der grössere Reichthum an organischen Stoffen, welchen die Pflanzen im Sonnenlicht, sowie unter gelbem und rothem Glase zeigen, nur von einer grösseren Erzeugung organischer Materie herrührt, während der Verlust durch die Oxydationsprocesse wahrscheinlich bei allen Pflanzen gleich gross war. Es hatte mithin gleichzeitig neben der Assimilation auch noch eine Oxydation stattgefunden: was sehr erklärlich, da bekanntlich alle grünen Pflanzentheile Nachts Kohlensäure aushauchen, während sie unter Einwirkung des Sonnenlichtes Sauerstoffgas abscheiden.

Die Aufnahme der mineralischen Nährstoffe ist daher in gleicher Weise von der Lichteinwirkung abhängig, wie die Kohlensäurezerlegung in den grünen Pflanzentheilen.

Von den einzelnen durch die Wurzeln zugeführten Stoffen wurden Kali und Kalk von allen Pflanzen am meisten und fast in gleichen Beträgen aufgenommen. Auffallend ist nur die verhältnissmässig starke Aufnahme von Kalk unter blauem Glase. Phosphorsäure konnte unter Blau, Violett und Grün fast gar nicht vermehrt werden, während deren Aufnahme unter Gelb jener im directen Sonnenlichte nahezu gleich kam und auch unter Roth noch sehr stark war. Es scheint also, dass die Phosphorsäureaufnahme vorzüglich unter Einwirkung der minder brechbaren Strahlen des Spectrums stattfindet und zwar nahezu proportional mit deren Helligkeit, während dagegen Kalk unter Einfluss der stärker brechbaren und auf Silberhaloidsalze wirkenden Strahlen verhältnissmässig leichter aufgenommen wird. Im Allgemeinen geht aber die Aufnahme sämmtlicher Aschenbestandtheile im gleichen Verhältniss mit der Helligkeit des einwirkenden Lichtes vor sich. Die dunkel gefärbten Gläser, welche grün und violett erschienen, konnten die Assimilation ebensowenig unterhalten, als eine erhebliche

Aufnahme von mineralischen Nährstoffen bewirken, verhielten sich also nach beiden Richtungen hin wie das Dämmerlicht des Kellers.

Um nun zu untersuchen, ob zur Erzeugung von gleich viel organischer Materie die verschiedenen Pflanzen gleiche oder ungleiche Mengen Aschenbestandtheile nöthig hatten, kann man von der Voraussetzung ausgehen, dass der Verlust durch Oxydationsprocesse bei allen Pflanzen gleich gross war. Nimmt man also an, es hätten alle Pflanzen so viel verloren, wie jene unter Grün, so ergiebt eine Subtraction der übrigen, geringeren Verluste von dem grössten unter Grün den Betrag der durch Assimilation erzeugten organischen Materie. Ebenso müssen aber auch die von den Pflanzen unter grünem Glase aufgenommenen Aschenbestandtheile von der Zunahme aller übrigen weggerechnet werden, weil auch sie einem gewissen Quantum assimilirter Stoffe entsprechen. Demnach ergeben sich nachstehende Mengen organischer Stoffe, zu deren Erzeugung mittelst Assimilation die beigesetzten Aschenbestandtheile erforderlich waren:

Farbe der Gläser, unter welchen die Pflanzen erwuchsen	Von 100 Pflanzen erzeugte organische Substanz	Von 100 Pflanzen aufgenommene Aschenbestandttheile						
		Gesammte Reinasche	Kali	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure
	Gramme							
Fensterglas	12,189	1,714	0,614	0,551	0,156	0,009	0,135	0,202
Roth	4,319	0,651	0,280	0,168	0,055	0,006	0,065	0,074
Gelb	6,414	0,975	0,367	0,316	0,079	0,023	0,118	0,073
Blau	2,723	0,524	0,233	0,190	0,031	0,012	0,011	0,048
Violett	1,766	0,081	0,001	0,053	0,017	0,005	0,001	0,008

Aus diesen Zahlen berechnen sich für gleiche Mengen organischer Materie (nämlich für je 1000 Gewichtstheile) nachstehende Mengen von Aschenbestandtheilen:

Farbe der Gläser	Auf je 1000 Gewichtstheile assimilirter Pflanzensubstanz treffen:						
	Gesammte Reinasche	Kali	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure
Fensterglas	140,7	50,4	45,2	12,8	0,7	11,1	16,6
Roth	150,5	64,7	38,8	12,7	1,4	15,1	17,1
Gelb	151,9	57,1	49,1	12,3	3,6	**18,4**	11,4
Blau	192,6	**85,5**	**69,6**	11,4	**4,4**	4,0	17,7
Violett	47,6	0,5	30,0	9,6	2,8	0,5	4,5

Die obigen Resultate beantworten die im Eingang dieser Abhandlung gestellten Fragen in etwas präciserer Weise:

Nämlich:

1) Unter sonst gleichen Verhältnissen ist bei Einwirkung verschiedenfarbigen Lichtes die Aufnahme der mineralischen Nährstoffe nicht proportional der Menge assimilirter organischer Substanz, vielmehr nahmen im Allgemeinen die Pflanzen unter farbigen Gläsern mehr Aschenbestandtheile auf als jene im directen Sonnenlicht, um gleiche Quantitäten verbrennlicher Masse zu erzeugen.

2) Vorstehende Zahlen bestätigen, dass die Einwirkung gewisser Lichtarten die Aufnahme einzelner Stoffe erleichtert oder erschwert. Freilich darf dabei nicht übersehen werden, dass unter Violett fast gar keine stärkere Assimilation stattfand, als unter Grün, und dass auch die Vermehrung der Aschenmenge sehr unerheblich war, weshalb die für Violett angeführten Zahlen nicht besonders beweiskräftig sind. Dagegen ersieht man sofort, dass unter rothem und gelbem Glase eine sehr bemerkenswerthe Phosphorsöure - Aufnahme stattfand, noch verhältnismässig stärker als im directen Sonnenlicht, während anderseits unter Blau nicht der vierte Theil davon aufgenommen wurde und unter Violett fast gar keine Vermehrung derselben erfolgte. Um so auffallender tritt die grosse Menge von Kali und Kalk hervor, welche von den Pflanzen unter blauem Glase aufgenommen

wurde; zur Erzeugung von 1000 Gewichtstheilen verbrennlicher Masse nahmen diese Pflanzen fast doppelt so viel Kalk auf, als jene unter rothem Glas. Auch der grosse Gehalt an Eisenoxyd bei diesen Pflanzen ist bemerkenswerth und scheint keine blosse Zufälligkeit zu sein.

Magnesia ist von allen Pflanzen in ziemlich gleichem Verhältniss aufgenommen worden, ihre Vermehrung scheint also weniger von der Lichteinwirkung abhängig zu sein, wie ja auch schon oben nachgewiesen wurde, dass die Wurzeln fast noch einmal so reich an Magnesia sind, als die oberirdischen Pflanzentheile. — Schwefelsäure zeigt kein charakteristisches Verhalten und erscheint nur bei den unter gelbem Glase erwachsenen Pflanzen relativ geringer.

3) Was die quantitative Wirkung der von verschiedenen Medien durchgelassenen Lichtarten betrifft, so liefern die Beschreibung der Grössen- und Formverhältnisse, sowie die Gewichtsmengen der erzogenen Pflanzen, welche im Obigen detaillirt vorgetragen sind, eine ausführliche Antwort hinsichtlich der Assimilation und der Aufnahme mineralischer Nährstoffe. Aus der Tabelle Seite 44 ergiebt sich folgendes Procentverhältniss beider, wenn sowohl die Assimilation, als auch die Aufnahme von Aschenbestandtheilen unter Einwirkung des directen Sonnenlichtes = 100 gesetzt wird:

	Assimilation	Aufnahme der mineralischen Nährstoffe
Directes Sonnenlicht	100	100
Roth	35,5	41,4
Gelb	82,6	62,0
Blau	22,4	33,3
Violett	14,5	5,3

Ferner ergaben die Versuche, dass ein sehr schwaches diffuses Tageslicht, wie es in einem matt beleuchteten Keller herrscht, noch stärker auf die Assimilation und Aufnahme der Aschenbestandtheile wirkt, als farbiges Licht, welches durch dunkelgrüne und violette Gläser gegangen ist, obgleich letztere dem vollen Sonnenlichte ausgesetzt waren.

Die im Vorstehenden mitgetheilten Versuchs-Ergebnisse liefern zwar manches schon Bekannte bezüglich der Rolle des Lichtes in der pflanzlichen Assimilation, aber das Verhalten der einzelnen mineralischen Pflanzennährstoffe unter verschiedenfarbigem Licht dürfte hier zum erstenmal näher untersucht worden sein. Selbstverständlich bedürfen die mitgetheilten Thatsachen noch anderweitiger Bestätigung, ehe sie als allgemein gültige Gesetze erkannt werden können. Es wäre daher auch voreilig eine Erklärung derselben versuchen zu wollen, und ich begnüge mich, darauf hinzuweisen, dass möglicherweise unter dem Einfluss der weniger brechbaren und hellen Strahlen mehr eine Bildung von Proteinstoffen erfolgt, zu deren Entstehung zugleich die Anwesenheit von Phosphaten nothwendig ist, so dass das Licht also die indirecte Veranlassung der Aufnahme dieser Stoffe durch die feinen Wurzelenden bildet. Aehnlich könnten unter der Einwirkung der brechbaren Strahlen mehr Kohlenhydrate entstehen, zu deren Bildung die Pflanze Kali und Kalk in grösserem Masse bedarf.

Analytische Belege.

Gewogen	Farbe der Gläser, unter welchen die Pflanzen erwuchsen							
	Fensterglas	Roth	Gelb	Grün	Blau	Violett	Im Keller etiolirte	Samen bei der Aussaat
	Gramme							
	I. Oberirdische Pflanzentheile (Blätter und Stengel)							
Wasserfreie Asche	1,0000	0,7770	0,7990	0,8080	1,0910	0,8140	0,5730	0,9950
CO_2	0,1333	0,0590	0,0750	0,0070	0,0490	0,0340	0,0120	0,0230
In HCl unlösl.	0,0297	0,0230	0,0242	0,0270	0,0280	0,0200	0,0500	0,0100
In Natronlauge unlöslich	0,0193	0,0230	0,0242	0,0270	0,0280	0,0200	0,0500	0,0100
Rest SiO_2	0,0104	—	—	—	—	—	—	—
	II. Wurzeln, hypokotyles Glied und Reste der Kotyledonen							
Wasserfreie Asche	0,5670	0,3060	0,2920	0,1400	0,4800	0,3900	0,4460	—
CO_2	0,0321	0,0250	0,0153	0,0075	0,0192	0,0350	0,0122	—
In HC unlösl.	0,0998	0,0450	0,0270	0,0143	0,0756	0,0330	0,0549	—
In Natronlauge	0,0918	0,0450	0,0270	0,0143	0,0756	0,0330	0,0549	—
Rest SiO_2	0,0080	—	—	—	—	—	—	—

Das Filtrat, welches die in Salzsäure löslichen Bestandtheile enthielt, wurde für die zusammengehörigen oberirdischen Theile und Wurzeln gemeinsam weiter untersucht und es wurden deshalb beide vereinigt und sorgfältig gemischt. Diese Mischung wurde hierauf in 2 gleiche Hälften abgetheilt und im Theil I phosphorsaures Eisenoxyd, Kalk, Magnesia und Phosphorsäure, im Theil II Schwefelsäure und die Alkalien bestimmt, wobei nachstehende Gewichtsverhältnisse gefunden wurden:

Gewogen	Fensterglas		Roth	Gelb	Grün	Blau	Violett	Im Keller etiolirte Pflanzen	Samen
	Oberird. Theile	Wurzeln etc.							
			I. Theil.						
$Fe_2O_3 . PO_5$	0,0040	0,0051	0,0090	0,0151	0,0091	0,0194	0,0150	0,0177	0,0010
darin PO_5	0,0019	0,0024	0,0042	0,0071	0,0043	0,0091	0,0070	0,0083	0,0005
» Fe_2O_3	0,0021	0,0027	0,0048	0,0080	0,0048	0,0103	0,0080	0;0094	0,0005
$CaO . CO_2$	0,0015	0,0672	0,1511	0,1918	0,1069	0,2610	0,1650	0,0970	0,0216
darin CaO	0,1242	0,0377	0,0846	0,1075	0,0598	0,1423	0,0925	0,0542	0,0121

Das Filtrat vom letzten Niederschlag wurde wieder halbirt und im Theile A Magnesia, im Theile B Phosphorsäure bestimmt.

$2MgO . PO_5$	0,0366	0,0350	0,0457	0,0471	0,0380	0,0600	0,0540	0,0403	0,0519
MgO	0,0132	0,0126	0,0165	0,0170	0,0137	0,0216	0,0195	0,0145	0,0187
$2MgO . PO_5$	0,0405	0,0220	0,0590	0,0576	0,0725	0,0722	0,0790	0,0649	0,1230
PO_5	0,0260	0,0141	0,0378	0,0369	0,0464	0,0462	0,0508	0,0415	0,0786
			II. Theil.						
$BaOSO_3$	0,1364	0,1050	0,1800	0,1590	0,1895	0,2600	0,2220	0,1680	0,0601
SO_3	0,0468	0,0360	0,0616	0,0529	0,0650	0,0891	0,0761	0,0578	0,0207
Chloralkalien	0,2627	0,1370	0,3218	0,3065	0,3065	0,4732	0,3454	0,3265	0,4046
$KCl . Ptlb_2$	0,8450	0,4300	1,0220	0,9832	0,9660	1,5520	1,0890	1,0310	1,2640
KCl	0,2582	0,1314	0,3120	0,2999	0,2946	0,4615	0,3324	0,3146	0,3855
$NaCl$	0,0045	0,0056	0,0099	0,0066	0,0119	0,0117	0,0130	0,0119	0,0191
KO	0,1626	0,0826	0,1965	0,1885	0,1858	0,2980	0,2095	0,1981	0,2430
NaO	0,0024	0,0032	0,0052	0,0035	0,0063	0,0062	0,0069	0,0063	0,0101

Ueber Puccinia Malvacearum Mtge.

Von

Ch. Kellermann[1].

Puccinia Malvacearum, deren östliche Verbreitungsgrenze in Europa im Herbst v. J. bis Strassburg und Rastatt sich vorgeschoben hatte, tritt seit Anfang Juni 1874 in der Erlanger und Nürnberger Gegend auf Althaea rosea allgemein verbreitet auf. Dass sie bis zum Frühsommer dieses Jahres hier nicht vorkam, lässt sich bei ihrer auffälligen Erscheinung aus den übereinstimmenden Aussagen der Pappelrosen bauenden Landwirthe sicher entnehmen. Der in unserer Gegend geradezu charakteristisch im Grossen betriebene Anbau der Althaea rosea begünstigte aber die Ansiedelung des eingewanderten Rostpilzes in dem Grade, dass seit der ersten Entdeckung fast Tag für Tag neue ausgiebige Fundorte der Puccinia gemeldet werden. Vermöge der Dichtigkeit und täglich steigenden Ueppigkeit seines Auftretens ist jetzt der Malvenrostpilz für unsere Gegend ein beachtenswerther Feind einer ihres Blüthenfarbstoffs halber wirthschaftlich hochgeschätzten Nutzpflanze geworden.

Es erschien darum gerade hier wünschenswerth, über die Entwicklungsgeschichte und Biologie der Puccinia Malvacearum, welche bereits durch Durieu[2] und Schröter[3] in vielen Punkten aufgeklärt worden ist, vervollständigende Untersuchungen anzustellen, deren vorläufiges Ergebniss hier kurz mitgetheilt werden soll.

Als Nährpflanze der Puccinia Malvacearum war hier bis vor wenigen Tagen nur Althaea rosea und Malva vulgaris bekannt

---

[1] Der phys.-medic. Soc. z. Erlangen vorgelegt von Prof. Dr. Reess, mitgetheilt vom Verf.

[2] Durieu de Maisonneuve in Actes d. l. soc. Linn. d. Bordeaux t. XXIX. 2. Liv. 1873.

[3] Schröter in Hedwigia 1873 p. 183 ff.

geworden. Endlich gelang es, den Pilz auch auf Althaea officinalis nachzuweisen. (Um Kraftshof bei Nürnberg.) Dadurch ist seine Identität mit Montagne's chilenischem Pilze wirklich sicher gestellt, welche bei aller Uebereinstimmung in der Structur des chilenischen und europäischen Pilzes solang anfechtbar erschien, als der Pilz in Europa die Althaea officinalis verschmähte.

Die Krankheitserscheinungen an den pilzbefallenen Malven, die rasche Vermehrung der Pilzpusteln auf früher erkrankten und frisch befallenen Theilen der Malve, der Bau des Myceliums und des Sporenlagers sowie die Keimung der Teleutosporen sind von Durieu und Schröter erschöpfend beschrieben. Wir können die Angaben dieser Beobachter einfach bestätigen mit der Ergänzung, dass die Krankheits- und Pilzentwicklungserscheinungen an Althaea officinalis mit denen an Althaea rosea übereinstimmen[1]. — Unser Interesse galt somit, da ein Abschluss des Entwicklungsganges der Puccinia Malvacearum durch Nachweisung des vermuthlich heteröcischen Aecidiums nur von besonderer Gunst des Zufalls zu erwarten steht, zunächst der Art des Eindringens der Sporidienkeime in die Pappelrose, dann der Verbreitung des Myceliums in den erkrankten Pflanzen, der Entstehung neuer Pusteln, der Ueberwinterungsart des Pilzes, endlich der Feststellung des Pilzschadens an Althaea rosea, sowie der Mittel zu möglichster Verhütung des Schadens.

Die Sporidienkeime, auf Pappelrosenblättern zur Entwicklung gebracht, dringen alsbald in diese ein. Zwanzig Stunden nach dem Auflegen promyceliumbedeckter Pusteln auf gesunde Blätter fanden sich bereits Hunderte von eingedrungenen Sporidienkeimen, an Länge das Sporidium 6—9 mal übertreffend. Das Eindringen wurde in sehr zahlreichen Fällen, stets nach demselben Typus verlaufend, beobachtet: der Sporidienkeimschlauch wächst bis auf die Grenzwand zweier Epidermiszellen, und dringt daselbst, zu dünner Spitze ausgezogen, die Epider-

[1] Wir kennen allerdings von Althaea officinalis, welche noch vor 3 Wochen in der ganzen Gegend gesund war, nur die ersten Erkrankungszustände mit spärlichen Sporenpusteln.

miszellen-Membran spaltend, sofort ein. — Unter die Epidermis gelangt, schwillt er wieder an, und wächst intercellular weiter[1]. Schon am 5. oder 6. Tage nach der Aussaat findet man reichverzweigtes, noch farbloses, intercellulares Mycelium, das da und dort Haustorien in die Zellen sendet. Später — vor der Sporenlagerbildung — wird das Mycelium durch Oeltropfen röthlich-gelb, und durchzieht an den inficirten Stellen in Collenchym, Parenchym und Weichbast alle Intercellularräume, diese beträchtlich erweiternd, die Zellenlumina einengend, mit reichgelappten Haustorien einzelne Zellräume ausfüllend.

Es giebt für die Regel keine Myceliumverbindung zwischen zwei Sporenlagern. Nur ausnahmsweise fliessen, zumal an Blattstielen und Internodien, zwei anfänglich getrennte Pusteln zusammen. Aber ein Wachsthum des Myceliums vom Blatt in den Blattstiel und den Stamm, weiter im Stamm aufwärts und von einem Blatt zum andern findet nicht statt. Vielmehr ist jede neue Pustel, welche an schon vorher befallenen oder an frisch erkrankenden Theilen auftritt, das Ergebniss einer speciellen Infection durch Sporidien. Diese werden an jedem feuchten Tage oder thaugesegneten Morgen zu Tausenden erzeugt, und durch Wind und Regen und Thiere — zumal Schnecken — verbreitet.

Da das Mycelium der Puccinia Malvacearum in der Nährpflanze nicht wandert, so ist die Möglichkeit, dass es etwa in unterirdischen Theilen den Winter überdauere, um im Frühjahr wieder in Stamm und Blätter hinaufzuwachsen, ausgeschlossen, und vielmehr die Annahme nahe gelegt, die Ueberwinterung des Pilzes erfolge durch keimfähig bleibende Sporenlager. In der That hat Herr Oberstabsarzt Dr. Schröter, wie er uns brieflich gefälligst mittheilt, um Rastatt im Freien die letzten Sporenlager im December entstehen, und in den ersten Apriltagen erst auskeimen gesehen, worauf alsbald die Erkran-

[1]) Wenn Magnus (Bot. Zeitg. 1874 p. 330) von einem Eindringen der Sporidienkeime durch die Spaltöffnungen spricht, so hat er das wohl nicht beobachtet, sondern aus der Analogie mit Puccinia Dianthi geschlossen. Wir haben über Hundert Sporidienkeimschläuche der P. Malvacearum eindringen sehen, aber keinen durch eine Spaltöffnung.

kung zahlreicher Malvenpflanzen der Nachbarschaft erfolgte. Ins Zimmer verpflanzte Stöcke erzeugten den Winter hindurch fortwährend neue Sporenlager[1]).

Eine nennenswerthe Schädigung der Wirthpflanzen unserer Puccinia durch die Pilzkrankheit, speciell also eine wirthschaftliche Beeinträchtigung unserer Pappelrosencultur steht ausser Zweifel. Der Pilz befällt — einzelne unerklärter Weise geschützte Striche und Stöcke abgerechnet — einen Acker nach dem andern. Kein Stock und kein Theil eines befallenen Stockes bleibt verschont. Unentfaltet welken die am kranken Stock später angelegten Blüthen; der Blüthenertrag wird also durch den Pilz unmittelbar verringert. Aber auch die Zahl der anzulegenden Blüthenknospen wird davon abhängig sein, ob eine Althaeapflanze einer reichlichen assimilirenden Belaubung sich erfreut, oder an fortgesetztem Welken und Vertrocknen ihres vom Pilz fast aufgezehrten Laubes leidet. — Es wird sich also praktisch immerhin empfehlen, auf Mittel gegen solchen Pilzschaden bedacht zu sein.

Vermöchte man sämmtliche hiesige Ausgangspunkte für die frühjährliche Ausbreitung des Pilzes zu zerstören, so wird man doch ohne internationale Massregeln nicht hindern können, dass der Pilz alljährlich wieder einwandert. Man wird aber bei gutem Willen wenigstens dafür sicher zu sorgen im Stande sein, dass er nicht in unserer Gegend selbst im Frühjahr von Tausenden von Verbreitungsheerden ausgehe. Man achte nur im ersten Frühjahr an cultivirten und wilden Malvaceen auf etwaige pilzbefallene Theile und zerstöre deren Sporen, am besten durch Verbrennung.

Es wird niemals nöthig sein, die ganze befallene Pflanze zu opfern, wenn man frühzeitig sorgsam ihre befallenen Theile derart entfernt und zerstört, dass deren Sporenpusteln nicht zu keimen vermögen.

---

[1]) Bekanntlich erzeugt auch Puccinia straminis im Freien während des Winters von Zeit zu Zeit neue Uredosporenlager, von denen eine Ansteckung anderer Grasstöcke ausgehen kann. Und bei P. Malvacearum spielt ja die Teleutospore biologisch auch die Rolle der Uredo.

Ueber Keimung, Wachsthum und Embryoentwicklung der Cuscuteen.

Von

L. Koch [1]).

Der Stammvegetationspunkt von Cuscuta lässt deutlich eine Sonderung von Dermatogen, zwei Periblemlagen und einem mittleren Pleromkörper erkennen. Die Blätter entstehen durch Theilung der äusseren Periblemschicht und erreichen höchstens am Grunde eine Dicke von vier Zelllagen, Leitbündel fehlen ihnen ganz. Im Stamm findet sich entweder ein axiles Bündel (C. Kotchyana Boiss., C. brevistyla A. Br.) oder es sind mehrere vorhanden, welche nicht deutlich in einen Kreis angeordnet sind (C. Epithymum L., C. Cephalanthi Engelm. u. A.) und nur bei C. lupuliformis Krock. ein Cambium und wenige stark verdickte Bastzellen erkennen lassen, während spiralig und porös verdickte Gefässe sich bei allen Arten finden. Wenn soweit der Stamm von Cuscuta dem normalen Typus der Phanerogamen folgt, so bietet dagegen die Hauptwurzel des Keimlings erhebliche Abweichungen dar. Eine Wurzelhaube ist nicht vorhanden. Das Dermatogen läuft überhaupt nicht continuirlich über den Scheitel der Wurzel fort, sondern erscheint hier, ebenso wie das Periblem, unterbrochen, so dass sämmtliche convergirende Zellreihen der Wurzelspitze, auch diejenigen des Pleroms, frei enden. Die sämmtlichen Zellreihen sind eines mässigen Längenwachsthums mit entsprechender Quertheilung namentlich der Endzellen fähig — bei einem Keimling von C. Epilinum wurde sogar beobachtet, dass alle Zellreihen ausser denen der Epidermis vereinigt sich zu einem schlanken etwa 4 ^{mm} langen Fortsatz verlängerten, welcher gewissermassen aus der an der Wurzelspitze befind-

[1]) Dem Heidelb. Naturhist.-medic. Verein vorgelegt von Prof. Dr. Pfitzer, mitgetheilt vom Verfasser.

lichen kreisrunden Oeffnung der Dermatogenlage hervorwuchs. Die Hauptwurzel stirbt nach höchstens zwei Tagen ab; ihr eigenthümlicher Bau fand seine Erklärung durch die Untersuchung der Entwicklung des Embryos bei Cuscuta. Es bildet sich derselbe aus den beiden letzten Vorkeimzellen, welche sich zunächst beide längs über Kreuz theilen. In den vier Tochterzellen der Endzelle bildet sich erst allmählich ein Dermatogen heraus, wobei tangentiale Theilungen der jeweilig äussersten Zelllage sehr häufig beobachtet wurden. Die vier Tochterzellen der nächst angrenzenden Vorkeimzelle theilen sich zunächst horizontal und bilden dann gleichfalls eine kleinzellige Gewebemasse, welche zusammen mit den Theilungsderivaten der Endzelle den Keimling darstellt. Eine Hypophyse ist nur rudimentair vorhanden. Zwar theilt sich auch die drittletzte Vorkeimzelle, aber nicht, wie man erwarten sollte, quer, sondern gleichfalls längs über Kreuz. Die so entstandenen Tochterzellen theilen sich noch vielfach und stellen schliesslich einen unregelmässigen, grosszelligen Körper dar, der an ähnliche Bildungen bei Coniferen und Gramineen erinnert und vor der Samenreife zu Grunde geht. Zwar theilen sich die vier dem Keimling unmittelbar angrenzenden Zellen dieses Körpers häufig quer, d. h. senkrecht zur Axe des Keimlings, sie wölben sich jedoch dabei nicht bedeutend in den letzteren hinein und sterben ab, ohne den normalen Abschluss des Keimes nach unten hergestellt zu haben, so dass wir die Hauptwurzel von Cuscuta als Phanerogamen-Wurzel ohne Hypophyse bezeichnen können.

Andere Wurzeln besitzt Cuscuta nicht, da weder in der Hauptwurzel Anlagen zu Seitenwurzeln auftreten, noch auch die am Stamm reichlich vorkommenden Haustorien irgend als Wurzeln zu betrachten sind. Diese Haustorien entstehen im Wesentlichen aus der von aussen dritten Zellschicht. Zwar theilen sich auch die Zellen aller Periblemschichten und der Epidermis bei der ersten Anlage eines Haustoriums tangential, sehr bald aber zeichnet sich eine kreisförmige Gruppe der genannten zweiten Periblemlage durch Plasmareichthum und wiederholte tangentiale Theilung vor den übrigen Zellschichten aus. Diese plasmareichen Zellen verwandeln sich schnell in Zellreihen, welche

intensiv nach aussen wachsen, die davor liegenden Rindenzellschichten und die Epidermis des Cuscuta-Stamms zerstören und so auf den Körper der Nährpflanze gelangen.

In diesen wachsen sie dann, die Zellmembranen durchbohrend, unmittelbar hinein, etwa wie ein Bündel Pilzhyphen, welchem sie auch darin ähneln, dass sie sich bald nach dem Eindringen zerstreuen, so dass jede Zellreihe selbstständig an ihrer Spitze fortwächst. Die über den erwähnten plasmareichen Zellen liegenden Zellen der äussersten Periblemschicht theilen sich, ehe sie zerstört werden, noch mehrfach tangential, und hat dies zu der Annahme einer Wurzelhaube bei dem Haustorium Anlass gegeben. Auch die unter jenen zu Zellreihen auswachsenden Zellen liegenden inneren beiden Rindenzelllagen theilen sich, wenn auch weniger lebhaft als jene, tangential und bilden so einen gleichfalls aus fast parallelen Zellreihen gebildeten Körper von der Form eines abgestumpften Kegels, welcher gewissermassen die Basis des Haustoriums darstellt. Die am meisten centralen Zellreihen des letzteren wandeln sich dann in Gefässe um, welche die Bündel der Nährpflanze mit denen der Cuscuta verbinden. Wo eine Haustorien-Anlage zufällig von der Nährpflanze entfernt wird, wächst sie zu einer spitzen Warze aus, die unter der unverletzten und getheilten Epidermis und äussersten Periblemschicht die erwähnten plasmareichen Zellen, sowie die darunter gelegenen Zellreihen zeigt. Die Haustorien von Cuscuta entsprechen somit weder nach dem Ort ihrer Anlage, noch nach ihrem Bau und Wachsthum Nebenwurzeln, sondern stellen vielmehr besondere, in ihrem Wachsthum einem sehr niederen Typus folgende Organe dar.

Mittheilungen aus der physiologischen Versuchs- und Samen-Control-Station zu Tharand.

XVI. Ueber eine neue Form der Grassamenfälschung.

Von

Alfred Kohlert[1],

Assistent an der Samen-Control-Station.

Unter den 53 Rothkleemustern, welche auf Ausschreiben des Verbandes Sächsischer landwirthschaftlicher Consumvereine im Frühjahre 1874 eingelaufen und an hiesiger Samen-Control-Station untersucht worden waren, hatten sich zehn von österreichischen Samenhandlungen eingesandte Proben befunden. Der Charakter jener Muster, sowie der innige Zusammenhang des Samenhandels der Länder Europa's veranlasste die Control-Station, eine grössere Anzahl weiterer Samenproben, diesmal von wirklich verkauften Waaren, durch vertrauenswürdige Mittelspersonen aus Oesterreich zu beziehen und in Untersuchung zu nehmen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden späterer Mittheilung vorbehalten; hier soll lediglich ein beachtenswerthes Vorkommen vorläufig bekannt gegeben werden.

Aus den bis jetzt bei der Samen-Control-Station zu Tharand ermittelten Gebrauchswerthen der käuflichen Grassaaten lässt sich mit Bestimmtheit schliessen, dass ausser dem Englischen Raigrase (Lolium perenne), dem Italienischen Raigrase (Lolium italicum) und dem Timotheusgrase (Phleum pratense) kaum ein anderes zur Samengewinnung gebaut wird; vereinzelt vielleicht noch Festuca ovina, Poa pratensis, Arrhenatherum elatius. Die anderen Grassamengattungen werden durch Abraffen und Sammeln von wildwachsenden Pflanzen gewonnen. Dass bei dieser »Samenproduction« die Ueberwachung der arbeitenden Hände,

---

[1]) Ein Referat über die vorliegende Untersuchung wurde bereits in der Wiener landw. Zeitg. 1874, No. 34 veröffentlicht.

wenn sie überhaupt angestrebt würde, unausführbar, liegt nahe. Ohne Beaufsichtigung aber gehen alle unter die Hände kommenden Grasarten, und diese in den verschiedensten Stadien der Entwicklung, in einen Sack, sie mögen reife Früchte haben oder nicht, eben blühen oder noch gar nicht geblüht haben.

So ist es erklärlich, wenn Gräser, wie Poa pratensis und Holcus lanatus mit einer mittleren Keimkraft von 11 % resp. 20 %, der Wiesenfuchsschwanz (Alopecurus pratensis) gar nur mit einer von 5 % im Handel vorkommen.

Aus demselben Thatbestande erklärt sich auch der so mangelhafte Reinheitsgrad der Grashandelswaaren. Alle unter den Namen »Wiesenrispengras«, »Wiesenfuchsschwanz«, »Knaulgras« etc. offerirte Waaren sind Gemische fast aller Wiesen- und vieler Waldgrassamen, die 30—50 % Samen jener Gattungen enthalten, nach denen sie benannt sind.

Unter die im Handel meist schlecht vorkommenden Grassaaten gehört auch das Französische Raigras (Arrhenatherum elatius), das nach den hier in Untersuchung gekommenen Proben im Mittel mit 30 % keimt, 46 % Verunreinigung und sonach einen Gebrauchswerth von 16 % hat. — Die hier folgenden Ergebnisse der Prüfung zweier aus Oesterreich u. zw. von der Firma Eifler & Comp. in Wien und Brüder Frankl in Prag eingelangten Posten Französischen Raigrases dürften wohl der Beachtung des landwirthschaftlichen Publicums werth sein. Die Wiener Waare hat 58,42 % Verunreinigung und keimt mit 38 %, wäre daher dem Gebrauchswerthe 15,8 % zu Folge unter jetzigen Verhältnissen als mittelmässig zu bezeichnen, wenn nicht in der Verunreinigung

7,18 % Hafer-, Weizen- und Roggenkörner,
9,89 % Früchte der Korntrespe (Bromus secalinus),
5,69 % » » Bromus asper und tectorum, und
4,04 % des narkotischen Taumellolch (Lolium temulentum L.),

mithin 26,80 % Samen von werthlosen und schädlichen Gräsern enthalten wären.

Die Grassaat der Prager Firma ist der eben beschriebenen in Zusammensetzung der fremden Bestandtheile so ähnlich, dass

man versucht wird anzunehmen, es mit einer und derselben Waare zu thun zu haben, die von einem Producenten bezogen sein könnte; denn sie hat in den 58,59 % betragenden Verunreinigungen

7,03 % Hafer-, Weizen- und Roggenkörner,
8,62 % Früchte der Korntrespe,
6,63 % » » rauhen und Dachtrespe, und
5,19 % des Taumellolchs,

27,47 % derselben werthlosen Grassamen, wie die Wiener Waare. Der etwas höhere Gebrauchswerth der von Prag bezogenen Probe (24,4 %) wird durch die bessere Keimkraft, 59 %, bedingt, und würde zugleich einen auffallenden Unterschied zwischen den Waaren machen, wenn die höhere Keimkraft nicht lediglich in einer rationelleren Aufbewahrung ihren Grund haben könnte. Die mit einem Kilogramm der Wiener Waare in den Boden gebrachten 2378 Körner Hafer, 2436 Körner Roggen, 365 Körner Weizen werden sich zur Blüthezeit theilweise verrathen; doch dürften in den meisten Fällen die schlechten Unkrautgräser unerkannt bleiben, obwohl mit einem Kilogramm der Waare 11,449 Körner Roggentrespe, 17,782 Körner rauhe und Dachtrespe und 4263 Körner Taumellolch ausgesäet werden, die bei einem Samenbedarf von 100 Kilogramm per Hectar auf einem Quadratmeter bebauten Landes, je nach der Keimkraft dieser Samen, bis zu 114 Pflanzen Bromus secalinus, 177 Pflanzen Bromus asper und tectorum und 42 Pflanzen Lolium temulentum liefern dürften.

Die Waare der Prager Firma enthält in einem Kilogramm:

9,135 Körner Bromus secalinus,
22,768 » Bromus asper und tectorum, und
5,394 » Lolium temulentum, die pro Quadratmeter der besamten Wiese bis zu:

91 Pflanzen Bromus secalinus,
227 » Bromus asper und tectorum, und
53 » Lolium temulentum erzeugen können.

Vom Französischen Raigrase kommen bei obigem Saatquantum und einer Keimkraft der reinen Saat von 38 % auf

den Quadratmeter 308 Pflanzen, während man von einer guten Rasennarbe verlangt, dass auf dem Quadratmeter 8000 Graspflanzen stehen, die allerdings nicht alle Arrhenatherum elatius sein können. Das anscheinend um 25 % zu hohe Samenquantum lässt also noch immer viel Raum für die darin befindlichen fremdartigen Sämereien. Es wurde hier der Einfachheit halber eine nur aus Französischem Raigras bestehende Aussaat angenommen, der Samenbedarf aber deshalb etwas höher angesetzt, weil, wie die praktische Erfahrung und die nun bekannt werdenden Gebrauchswerthe unserer Grassaatwaaren lehren, die bis jetzt üblichen Samenmengen viel zu gering sind.

Das überwiegende Vorkommen der Getreidekörner und der Samen allgemein bekannter Ackerunkräuter, wie der Korntrespe und des Taumellolchs, berechtiget zu der Annahme, dass hier absichtliche Verfälschungen des Grassamens mit **Getreideausputz** vorliegen. Wie weit man es in der Wahl von Verfälschungsmitteln gebracht hat, leuchtet erst ein, wenn man bedenkt, dass die angeführten Unkrautgräser zwischen dem Getreide völlig ausreifen können, daher ihre schweren Samen nicht allein in das Gewicht fallen, sondern auch freudig aufgehen[1], und die Wiesenbesitzer, die ihre Grassaat so schön kommen sehen, mit Befriedigung erfüllen mögen. Bromus asper, ein steifes, hartes Waldgras, mit grossen und schweren Früchten, ist ganz geeignet, die Aufmerksamkeit der nach Grassamen ausgehenden Sammler auf sich zu leiten, die hier für kleine Mühen grossen Lohn ernten. Bromus tectorum ist gleich der eben angeführten Trespe leicht zu haben und liefert gutes Gewicht.

Weit entfernt, die besprochenen Fälschungen den beiden genannten Firmen direct zur Last legen zu wollen[2], kann man

---

[1]) Bromus secalinus keimte nach hiesigen Bestimmungen zu 81 Procent!

[2]) Dies um so weniger, als spätere Untersuchungen der anderen aus Oesterreich gekommenen Proben Französischen Raigrases ergaben, dass davon noch zwei den eben besprochenen in der Art ihrer Verunreinigung sehr ähnlich sind. Beide enthalten gleichfalls ausser Getreidekörnern die oben angeführten werthlosen Grasfrüchte, unter denen Bromus secalinus vorherrscht. Wahrscheinlich entstammen alle vier Waaren einer Urquelle, oder wurden nach identischem Modus behandelt.

nur bedauern, dass es die Samenhändler im Allgemeinen wegen der Unkenntniss, Gleichgültigkeit und unzeitigen Sparsamkeit ihrer Abnehmer bis jetzt noch nicht nöthig hatten, bei der Uebernahme von Waaren gegen die Producenten und Grossisten mit mehr Strenge und Vorsicht vorzugehen.

Ueber die Keimung der Samen im Stickoxydulgase.

Vorläufige Mittheilung von

Professor **Alphons Cossa,**
Director der landwirthschaftlichen Versuchs-Station in Turin.

Professor J. Sachs in seinem vortrefflichen Handbuche der Experimental-Physiologie der Pflanzen[1]) hat die Frage vorgelegt: ob das Stickoxydulgas bei der Athmung der Pflanzen den Sauerstoff bis zu einem gewissen Grade ersetzen könne. Im Jahre 1867 hatte Dr. Borsczow[2]) die Resultate einiger von ihm darüber angestellten Versuche veröffentlicht, aus welchen erhellen würde, dass man die von Sachs vorgelegte Frage bejahend beantworten sollte.

Seit einiger Zeit mit Untersuchungen beschäftigt, die das Studium der chemischen Erscheinungen der Keimung bezwecken, habe ich versuchen wollen, ob das Stickoxydulgas in dieser ersten Lebensperiode der Pflanzen den Sauerstoff ersetzen könne.

Ich legte einige mit destillirtem Wasser benetzte Weizen- und Zea Mais-Körner in eine mit reinem Stickoxydulgase gefüllte Glasglocke bei einer Temperatur, die ich zwischen 12 und 15 Graden beständig zu erhalten trachtete. Nach zwölf Tagen

---

1) Leipzig 1865, S. 265.

2) Einige vorläufige Versuche über das Verhalten der Pflanzen im Stickoxydulgase, Bull. de l'Ac. Imp. des Sciences de St. Petersbourg 1867, tome 12, pag. 303.

habe ich keine Spur von Keimung bemerken können, während gleichartige Samen, die ich zu derselben Zeit unter zwei mit Luft und reinem Sauerstoff gefüllte Glasglocken hinein gelassen hatte, nach zwei Tagen vollkommen keimten[1].

Jetzt stelle ich Versuche an, um zu erkennen, bis zu welchem Masse das Stickoxydul mit der Luft gemischt werden kann, ohne dass es sich der Keimung der Samen entgegenstellt. Das Resultat dieser Beobachtungen wird in einer anderweiten Mittheilung erörtert werden.

Ueber Klärung der Schlämmwasser bei Bodenanalysen.

Von

Dr. Ernst Laufer,

Assistent der geologischen Landesanstalt zu Berlin.

Die bei geringen Geschwindigkeiten abgeschlämmten feinen Theile des Bodens setzen sich in reinem Wasser schwer und nur langsam ab, so dass man für gewöhnlich diesen Theil aus der Differenz bestimmt. Es ist wünschenswerth, dieselben zur Controle der Analyse auch wägen zu können. Alex. Müller schlägt zur Klärung den Zusatz von Ammoniakseife vor, Fr. Schulze anderthalbfach kohlensaures Ammon. Allein beide Methoden führen zu keinem günstigen Resultate. Es empfiehlt sich, einfach die Schlämmwasser in geräumigen flachen Schalen zu erwärmen, worauf die schwebenden Theile sich auf dem Boden festsetzen und das darüber stehende Wasser bis auf weniges abgehebert werden kann. Sollte das abgehobene Wasser noch nicht klar sein, so wiederholt man das Erwärmen und erhält so sehr befriedigende Resultate in verhältnissmässig kurzer Zeit.

[1] Das verwendete Stickoxydulgas war rein; man erhielt es durch Schmelzung des trockenen Ammoniumnitrats (salpetersaures Ammoniak) bei gelinder Wärme und durch wiederholte Abwaschung des Gases durch concentrirte Auflösungen von Eisenvitriol und Aetznatron.

Verhandlungen der Section für Agriculturchemie

der 47. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte zu Breslau 1874.

(Referat von **J. Fittbogen.**)

Die Einführung in die Section für Agriculturchemie erfolgte nach Schluss der I. allgemeinen Sitzung am Freitag, den 18. September, durch Dr. Bretschneider, Vorsteher der Versuchs-Station Ida-Marienhütte. Trotzdem bei dieser ersten Zusammenkunft nur 12 Namen in die Präsenzliste eingetragen wurden, glaubte man doch, die seit der 45. Naturforscher-Versammlung bestehende Section aufrecht erhalten zu müssen, und wurde deshalb eine Aufforderung, sich der neugebildeten Section für Landwirthschaft anzuschliessen, abgelehnt. Der Grund, weshalb ein Theil der Stationsdirigenten bei der diesjährigen Versammlung fehlte, ist wohl in der internationalen landwirthschaftlichen Ausstellung zu suchen, welche Mitte Juni d. Js. zahlreiche Agricultur-Chemiker in Bremen zusammenführte. Uebrigens stieg die Zahl der Mitglieder und Festtheilnehmer während der folgenden Sitzungen auf mehr als das Doppelte, nämlich 30, worunter Vertreter von 7 landwirthschaftlichen und einer forstlichen Versuchs-Station anwesend waren.

Präsenzliste der Section für Agriculturchemie bei der Naturforscher-Versammlung zu Breslau 1874.

Dr. Altmann-Eilau bei Neisse.
Prof. Dr. Birner-Regenwalde.
Dr. P. Bretschneider-Ida-Marienhütte.
Prof. Dr. Ebermayer-Aschaffenburg.
Dr. J. Fittbogen-Dahme.
Dr. Frank-Stassfurt.
Dr. J. Groenland-Dahme.
Prof. Dr. E. Heiden-Pommritz.
Dr. Heidepriem-Cöthen.
Dr. Heinrich-Bromberg.
Dr. Hempel-Dresden.
Dr. Kellner-Proskau.
O. Krieg-Eichburg.
Prof. Dr. Krocker-Proskau.
v. Kulmiz-Gutwohne.
Dr. von Kulmiz-Saarau.
Prof. Dr. Alex. Müller-Berlin.
H. Müller-Proskau.
Nowotny-Carlsbad.
O. Pfeiffer-Proskau.
Prof. Dr. Poleck-Breslau.
Reder-Regenwalde.
H. Rose-Neisse.
Prof. Dr. Scholz-Eldena.
Prof. Dr. H. Schwarz-Graz.
Sporr-Brieg.
Dr. Ulex-Hamburg.
Vogtherr-Breslau.
Dr. E. Wildt-Kuschen.
Wittenburg-Neustadt a. S.

Die erste Sitzung fand am Sonnabend, den 19. September, unter dem Präsidium von Dr. Bretschneider statt.

Prof. Dr. Ebermeyer-Aschaffenburg machte Mittheilungen über die chemische und physikalische Wirkung der Streudecke. — Nachdem Redner einige einleitende Worte über Zweck und Nothwendigkeit der forstwirthschaftlichen Versuchs-Stationen sowie über die Unentbehrlichkeit einer lebhaften Staatsunterstützung vorausgeschickt, geht derselbe über zu den von ihm bereits in Angriff genommenen Versuchsaufgaben. Dieselben erstrecken sich auf

1) den Einfluss, welchen der Wald auf die klimatischen Verhältnisse ausübt;
2) die wissenschaftliche Lösung der Streufrage.

Rücksichtlich der ersten Versuchsaufgabe verweist Redner auf die bereits im Druck erschienenen Resultate. Dieselben umfassen einen Zeitraum von 3 Jahren und wurden in der Weise gewonnen, dass man an 7 verschiedenen Orten Baierns täglich zweimal die meteorologischen Beobachtungen anstellte. Nächstens werden die Ergebnisse von achtjährigen derartigen Beobachtungen vorliegen. Die Frage sei übrigens auf dem Wege, eine internationale zu werden, da man bereits auch in anderen Ländern, so z. B. in Italien und Nord-Amerika, angefangen habe, an geeigneten Orten die erforderlichen Notirungen regelmässig zu machen.

In Betreff der zweiten Versuchsaufgabe wurde hervorgehoben, dass in 72 Waldrevieren des Königreichs Baiern Erhebungen über die Quantität des jährlichen Streufalls ausgeführt werden. Hierbei ist die Einrichtung getroffen, dass von 4 gleich grossen Parcellen auf der einen jedes Jahr, auf der zweiten alle 3, auf der dritten alle 6 Jahre, auf der vierten überhaupt niemals Streuentnahme stattfindet. Im Allgemeinen zeigte es sich, dass der jährliche Streufall in regenreichen Jahren und auf Boden mit einem grösseren Vorrath von disponiblen Pflanzennährstoffen bedeutender ist, als in regenarmen Jahren und auf Böden mit einem geringen Düngercapital. Ferner wurde bemerkt, dass die Grösse der Blätter wesentlich von der Wärme abhängig ist, dass sie daher mit der Erhebung über dem Meeres-

spiegel abnimmt. Trotzdem hiernach der jährliche Streufall auf den Bergen absolut geringer ist, als in den niedriger gelegenen Waldungen, findet doch auf ersteren im Laufe der Jahre eine grössere Ansammlung von Humus statt, weil hierselbst von den die Verwesung begünstigenden Factoren die Wärme im geringeren Masse vorhanden und die vollständige Oxydation der organischen Substanz in Folge dessen eine langsamere ist. — Im Zuhammenhang mit diesen Untersuchungen wurde weiter gefunden, dass der Streufall weniger von dem Alter der Bäume beeinflusst wird, als von dem Standschluss, insofern bei dichtem Stande wegen des Mangels an Licht und Wärme verhältnissmässig weniger Streu producirt wird, als bei lichterem Stande. — Uebergehend zu der chemischen Wirkung der Streudecke erklärt Redner, dass von ihm bereits 76 vollständige Aschenanalysen und eben so viele Stickstoffbestimmungen ausgeführt sind. Hierbei ergab sich u. A. das Resultat, dass bei einem und demselben Waldbaum die Menge der Gesammtasche mit der Erhebung über den Meeresspiegel regelmässig abnimmt. Von den einzelnen Aschenbestandtheilen folgt die Phosphorsäure einer gleichen Gesetzmässigkeit: Im Tieflande fand man die Aschen des Buchenlaubes und der Fichtennadeln fünfmal reicher an Phosphorsäure, als im Gebirge. Auf Grund dieser Wahrnehmungen muss man vom rein chemischen Standpunkt aus annehmen, dass die Streuentnahme im Tieflande noch weit verwerflicher sein wird, als auf der Höhe. Gleichzeitig ist ersichtlich, dass eine Beziehung besteht zwischen Phosphorsäuregehalt und Grösse der Blätter. In Bestätigung der von Ph. Zöller gemachten Beobachtung wurde constatirt, dass der relative Gehalt der Blätter an Kali und Phosphorsäure vom Frühjahr zum Herbst fortwährend abnimmt.

Die Untersuchungen über die physikalische Wirkung der Streudecke erstreckten sich hauptsächlich auf das Wasser-Aufsaugungsvermögen und die Wasserverdunstung. Die letztere wurde mit Hülfe eines vom Redner construirten Evaporationsapparates bestimmt. Näheres in Betreff der erhaltenen Resultate wird demnächst publicirt werden.

Prof. Dr. Alexander Müller-Berlin spricht seine

Befriedigung aus über die Rührigkeit der forstwirthschaftlichen Versuchs-Stationen Baierns und knüpft hieran den Wunsch, dass auch in Preussen dem auf den Wald gerichteten Zweige der Agriculturchemie eine grössere Thätigkeit, als bisher, zugewendet werden möchte.

Eine von Dr. Bretschneider an Prof. Ebermayer gerichtete Frage, ob sich die Aschaffenburger Untersuchungen auf reine oder gemischte Holzbestände beziehen, wird dahin beantwortet, dass vorläufig nur die ersteren herangezogen sind.

Prof. Dr. Birner-Regenwalde lenkt bei dieser Gelegenheit die Aufmerksamkeit auf eine von W. Schütze gemachte, im I. Bande der Zeitschr. f. anal. Chemie veröffentlichte Beobachtung, wornach die Extraction eines Bodens mit heisser Salpetersäure und weit mehr noch mit kalter Salzsäure unzulänglich ist, um alle Phosphorsäure in Lösung zu bringen. Da das von Schütze vorgeschlagene und in Anwendung gebrachte Erhitzen der Böden mit Salpetersäure in zugeschmolzenen Ballons von keinem der Anwesenden geprüft wurde, so ist man ausser Stande, sich ein Urtheil über die Tragweite jener Beobachtung zu bilden.

Hierauf lieferte Prof. Dr. Heiden-Pommritz Beiträge zur Ernährung der Schweine.

Der Redner schickt voraus, dass es erst mehrfacher Vorversuche bedurft habe, um einen für Schweine geeigneten Stall zu construiren. Die Aufsammlung der flüssigen Entleerungen sei ihm in der Weise vollkommen gelungen, dass pro 1000 Cc. Harn nur ein Verlust von 5 bis höchstens 10 Cc. stattfinde. Die Anwendung von Kothbeuteln wurde durch die stete Unruhe des Schweines unmöglich gemacht. Indessen könne man ohne grosse Schwierigkeit das Schwein daran gewöhnen, dass es seinen Koth an einer bestimmten Stelle lässt. Die Regelmässigkeit des Kothens sei in hohem Grade vom Futter abhängig; dasselbe erfolge beispielsweise bei Erbsenfütterung 3 mal, bei Kleien 10 bis 12 mal des Tags.

Während der letzten 3 Jahre wurden mit Schweinen Versuche angestellt über die Ausnutzung concentrirter Futtermittel — Erbsen, Mais, Gerste, Roggenkleie — einerseits bei Verab-

reichung von Schlickermilch, andererseits bei Wasser. In der Versuchsperiode 1872/73 wurde der Koth jedesmal von 4 Tagen, in der Versuchsperiode 1873/74 jedesmal von 6 Tagen gesammelt.

Es wurden verdaut von dem Rohprotein:

der Erbsen	bei	saurer	Milch	93,6	Proc.,	bei	Wasser	90,1	Proc.
des Mais	»	»	»	92,2	»	»	»	86,1	»
der Gerste	»	»	»	88,1	»	»	»	74,1	»
» Kleie	»	»	»	73,6	»	»	»	65,7	»

Bei Erbsen wurden ausserdem verdaut:

von sandfreier Trockensubstanz	bei	saurer	Milch	94,0	Proc.,	bei	Wasser	93,2	Proc.
» Rohfett (Aetherextract)	»	»	»	78,7	»	»	»	44,9	»
» Rohfaser	»	»	»	85,9	»	»	»	88,5	»
» stickstofffreien Extractstoffen	»		»	98,1	»	»	»	98,6	»
» Aschenbestandtheilen	»	»	»	71,2	»	»	»	56,9	»

Die mitgetheilten Zahlen lehren, dass die Ausnutzung concentrirter Futtermittel im hohen Grade abhängig ist von der Flüssigkeit, in der sie verabreicht werden; die Zahlen ergeben ferner, dass von den in den Bereich der Untersuchung gezogenen Futterstoffen die Kleie am schlechtesten ausgenutzt wurde. Kleien scheinen überhaupt für Schweine weniger geeignet zu sein.

Um massgebende Aufschlüsse über den Effect eines Futters zu erhalten, erweisen sich Versuchsperioden von kurzer Dauer wegen der unregelmässigen Gewichtszunahme des Schweines als völlig unzureichend, und erst aus wenigstens 100 Versuchstagen kann man hoffen brauchbare Mittelzahlen zu gewinnen.

Die Mastfähigkeit wird bedingt durch die Race. So stellte sich z. B. bei grossen Yorkshire-Thieren, welche mit Gerstenschrot und Milch gefüttert wurden, die tägliche Zunahme:

von der 7. bis 12.	Woche	auf	0,226 Kilo,
in der 31.	»	»	0,686 »
von der 43. bis 51.	»	»	0,524 »
» » 56. » 62.	»	»	0,456 »

Suffolk-Schweine nahmen bei demselben Futter pro Tag zu:

in der 31.	Woche	0,494 Kilo,
» » 43.	»	0,625 »

Uebrigens ist rücksichtlich des erwähnten Einflusses der Race auf die Mastfähigkeit nicht ausser Acht zu lassen, dass Rückschläge in der Race bei Schweinen weit häufiger noch, als bei anderen landwirthschaftlichen Nutzthieren vorkommen.

Behufs Auffindung zuverlässiger Futternormen für Schweine sind, wie Redner zum Schluss bemerkt, an der Station Pommritz augenblicklich Versuche im Gange mit reiner Milch und mit Milch und Stärkmehl.

Dienstag, der 22. September war bestimmt zu einer Excursion nach Saarau und zu einem Besuch der Versuchs-Station Ida-Marienhütte. Vor der Abfahrt von Breslau fand die zweite Sitzung statt unter dem Präsidium von Prof. Dr. Alexander Müller-Berlin.

Diese Sitzung wurde ausgefüllt durch einen Vortrag von Dr. Bretschneider-Ida-Marienhütte über die Ernährung der Zuckerrübe unter Ausschluss des Bodens.

Der Vortragende beschäftigt sich bereits seit dem Jahre 1863 mit Erziehung der Zuckerrübe in künstlichen Medien. Zunächst wurde der Versuch gemacht, ob die Zuckerrübe in wässerigen Nährstofflösungen zu einer normalen Production zu bringen ist. Zu dem Zweck wurden Pflänzchen in Vegetationsgefässe von 1200 bis 1400 Cc. Inhalt und in Knop'sche Nährstoffmischungen gesetzt, deren Concentration von 2 p. m. bis 0,1 p. m. einerseits, andrerseits bis 10 p. m. variirte. Die Pflanzen standen in einem Gewächshaus. Eine irgendwie erhebliche Vermehrung der Masse fand in keinem Falle statt. Am längsten, nämlich 139 Tage, erhielt sich eine Pflanze am Leben in einer Lösung von 2 p. m. Concentration. Dieselbe brachte 1,041 Grm. Trockensubstanz. Die demnächst beste Pflanze lebte 97 Tage und lieferte 0,41 Trockensubstanz. Der Aschengehalt sämmtlicher Pflänzchen war abnorm hoch. Die Pfahlwurzel, welche bereits mit dem Hervortreten des 3. bis 4. Blattes ihre normale Länge erreicht, blieb fadenförmig; ihre Spitze zeigte sich ebenso wie die Endungen der Wurzeln höherer Ordnung am Schluss des Versuchs hyalin in Folge Absterbens des Oberhautgewebes. Von den Ursachen, welche das Fehlschlagen des Versuchs möglicher Weise veranlasst haben konnten,

war von vornherein der Widerstand auszuschliessen, welchen das Medium dem Vordringen und der Verbreitung der Pfahlwurzel und der rechtwinklig zu diesen gestellten Wurzeln 2. Ordnung entgegensetzte. Denn dieser Widerstand musste offenbar am kleinsten sein in einem Medium, welches sich in einem labilen Zustande befand[1]. Dagegen war der Einfluss der veränderten Concentration und der Nährstoffvertheilung zu prüfen. Die durch Wasserverdunstung herbeigeführte Concentrationsänderung der Nährstofflösung musste begreiflicher Weise in kleineren Gefässen bedeutender sein, als in grösseren, und wurden deshalb im zweiten Versuchsjahr Vegetationsgefässe von 3500 Cc. Inhalt in Anwendung gebracht. Gleichzeitig wurden, um auch den Einfluss der Nährstoffvertheilung zu prüfen, Versuche ausgeführt in gereinigtem Norwegischen Quarz, welcher mit Nährstofflösung durchtränkt war. Die Wurzeln befanden sich hier theilweise in tropfbar flüssigem Wasser, theilweise in Hohlräumen, welche mit Wasserdampf erfüllt waren. Zur Controle wurde für eine dritte Versuchsreihe ein natürlicher Boden gewählt. Alle Versuche erhielten wiederum ihre Aufstellung im Gewächshause. Die Ernte ergab bei einer Vegetationszeit von 145 bis 164 Tagen für die Wassercultur 1,293 resp. 1,585 Grm., für den Sand 1,261 Grm. Trockensubstanz; die in natürlichem Boden gewachsene Rübe wog 57 Grm., wovon 28 Grm. auf die Wurzeln kamen. Wiewohl hiernach der natürliche Boden die beiden anderen Medium sehr erheblich übertraf, war doch die Production in demselben immer noch weit entfernt von einem Normalertrag. — In einem dritten Versuchsjahr wurde die Aufmerksamkeit gelenkt auf den Einfluss, welchen eventuell die Korngrösse des angewandten indifferenten Bodenmaterials sowie die Licht- und Wärmeverhältnisse im Gewächshaus auf das Ge-

---

[1]) Den misslungenen Bemühungen des Herrn Referenten gegenüber dürfte doch zu erinnern sein an die Vegetationsresultate, welche 1867 zu Chemnitz mit der Runkelrübe in Wassercultur erzielt wurden. Die grösste Rübe besass hier 8,5 Cm. mittleren Durchmesser bei 329 Gramm Lebendgewicht ohne die Blätter. (Diese Zeitschr. X, 12.) Die im folgenden Jahre von diesen in Gestalt und Farbe vollkommen normal gebildeten Rüben erzogenen reifen Samen bewahren wir noch heute auf. N.

deihen der Zuckerrübe ausüben konnten. Es wurde von der Verwendung des gereinigten Quarzsandes Abstand genommen und dafür Bergkrystall benutzt, welcher in erhitztem Zustande mit Wasser gesprengt und durch Siebe in verschiedene Korngrössen (sehr fein, mittelfein, grob, sehr grob) zerlegt war. Die zum Versuch verwendeten Vegetationscylinder aus starkem weissen Glas wurden im Freien so weit versenkt, dass ihre Oberfläche mit der Erdoberfläche abschnitt. Ihr oberer Rand war abgeschliffen, und auf denselben passte ein Deckel mit einer Durchbohrung in der Mitte, durch welche die Pflanze wuchs. Insolation von den Seiten war ausgeschlossen. Das Herausnehmen der Vegetationscylinder wurde dadurch ermöglicht, dass dieselben in Körben aus Weidengeflecht standen. Auch diese Versuche fielen ebenso wie wiederholte Versuche in Nährstofflösungen durchaus unbefriedigend aus, indem sie ebenfalls nicht mehr als 1,2 bis 1,3 Grm. Trockensubstanz in Maximo ergaben. — Nach diesen fortwährend negativen Resultaten lag die Vermuthung nahe, dass ein Humus- oder Thongehalt des Bodens für ein normales Wachsthum der Zuckerrübe nothwendig sei, und waren daher diese in einem natürlichen Boden vorhandenen Factoren rücksichtlich ihrer Wirkung zu prüfen. Die Humussubstanz mit einem Gehalt von 56 Proc. Kohlenstoff (Ulmin) wurde erhalten durch Behandlung von Rohzucker mit 5 promilliger Schwefelsäure. Die thonigen Gemengtheile wurden keinem natürlichen Lager entnommen, sondern es wurden durch Einwirkung von Kaliwasserglas auf Kalialaunlösung und von Kaliwasserglas auf Natronaluminat wasserhaltige, zeolithartige Doppelsilicate von saurer resp. basischer Reaction dargestellt. Diese Doppelsilicate wurden mit und ohne die organische Substanz in entsprechenden Verhältnissen mit Quarzsand vermischt und die Mischungen mit Nährstofflösung begossen. Der Maximalertrag in Höhe von ca. 12 Grm. wurde erhalten in der Mischung von Quarz und Zeolithen. Auch die Mischung von Ulmin mit Quarz lieferte höhere Erträge, als in den Vorjahren erzielt waren. Immerhin aber waren die Resultate in keinem Falle zu vergleichen mit den unter natürlichen Verhältnissen erreichbaren. — Die wiederholte Arbeit an der Rübe, wie sie bei der Cultur im Grossen ausge-

führt wird, war bisher noch bei keinem Versuch vorgenommen worden. Es war daher noch die mechanische Bodenlockerung rücksichtlich ihrer das Vordringen der Wurzeln und den Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffs begünstigenden Wirkung experimentell zu prüfen. Derartige Versuche wurden im Jahre 1872 angestellt. Zu denselben wurden Holzkästen benutzt, welche auf ihren inneren Wänden mit Glastafeln bekleidet und mit je 125 Kilo eines Gemisches von 83 Proc. rundlichem Quarzsand und 17 Proc. wasserhaltigen Silicaten von saurer Reaction gefüllt waren. Die angewandte Nährstofflösung hatte eine Concentration von 2 p. m. Während der Vegetation fand eine mehrmalige Auflockerung des Bodengemisches statt. Bei der Ernte wogen die frischen Rüben nach Abtrennung der Wurzeln 2. und 3. Ordnung 390, 232, 261, 217 resp. 182 Grm., während das Frischgewicht der Blätter 148, 432, 366, 118 bzw. 191 Grm. betrug. Die Rüben hatten einen durchschnittlichen Zuckergehalt von 12,32 Proc. Es waren hiernach durch Einführung einer absorptionsfähigen Mischung bei völligem Ausschluss von organischen Substanzen Resultate gewonnen worden, wie sie bei der Cultur im Grossen kaum günstiger erhalten werden können. — Von welchem Einfluss die Lockerung des Bodens auf das Gedeihen der Zuckerrübe ist, lehrten fehlgeschlagene Versuche des Jahres 1873; sie wiesen mit aller Schärfe darauf hin, dass der physikalische Widerstand des Bodens gegen das Eindringen der Pfahlwurzel so vollständig wie möglich zu eliminiren ist. Der zur Regulirung der Wasserzufuhr nothwendige Transport zur Wage hatte in den Vorjahren ein Einrütteln des Bodengemisches zur Folge gehabt. Um auch diesem Uebelstande vorzubeugen, befindet sich bei den diesjährigen Versuchen jeder Vegetationskasten fortwährend auf einer Brückenwage. Die Zugabe der Nährstoffe ist in der Weise erfolgt, dass dieselben in gewissen Bodenschichten localisirt sind.

Hierauf wurde die Sitzung geschlossen und die gemeinschaftliche Fahrt nach Saarau unternommen. — In dem Garten der Versuchs-Station Ida-Marienhütte standen 2 von den erwähnten Vegetationskästen, von denen der eine Zuckerrüben, der andere Kartoffeln trug. Das gesunde und kräftige

Aussehen der Pflanzen liess vortreffliche Ernteresultate erwarten. Vor dem Beregnen können die Pflanzen durch ein auf Schienen laufendes Schutzdach bewahrt werden. — Das Laboratorium fand durch seine Einrichtung und Ausstattung allgemeine Anerkennung.

Die in Saarau anwesenden Mitglieder traten sodann noch zu einer von der Sectionssitzung getrennten Conferenz zusammen, in welcher zwei die Interessen der Agriculturchemiker berührende Fragen erörtert wurden. Die eine dieser Fragen betraf den Tarif für Untersuchung von Dung- und Futtermitteln etc. und war von Dr. Heidepriem-Cöthen in Anregung gebracht worden. Die Liquidationen für Honoraranalysen sind an den einzelnen Versuchs-Stationen ziemlich ungleich und im Verhältniss zu denjenigen der Handelschemiker durchschnittlich zu niedrig bemessen. Um in dieser Beziehung gewisse Directiven aufzustellen, wurde eine Commission, bestehend aus den Herren Dr. Bretschneider und Dr. Heinrich-Bromberg, gewählt, welche unter Zuziehung des Herrn Dr. Ulex-Hamburg einen Normaltarif ausarbeiten wird. Prof. Dr. Alexander Müller erklärt sich bereit, die eingegangenen Referate zusammenzustellen und ihre Publication in einem geeigneten Organ — voraussichtlich in den »landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen« — zu veranlassen. — Die zweite Frage betraf die Stellung der Dirigenten und Assistenten an den agriculturchemischen Versuchs-Stationen. Es wurde allgemein das Bedürfniss gefühlt, dass die Beamten dieser durch eine Reihe von Jahren bewährten Institute eine entsprechende Stellung erhalten, dass sie namentlich die Pensionsberechtigung sich erwerben. Behufs einer weiteren Vorbereitung resp. Förderung dieser Angelegenheit wird eine Commission ernannt, zusammengesetzt aus den Herren Prof. Dr. Ebermayer-Aschaffenburg, Prof. Dr. Heiden-Pommritz und Dr. Fittbogen-Dahme.

Der Nachmittag vereinigte die Agriculturchemiker und die Mitglieder der Section für Chemie und Pharmacie in den grossartigen, mit den neusten Verbesserungen versehenen Saarauer Fabrikanlagen, deren Besichtigung unter der liebenswürdigen Führung des Herrn Dr. von Kulmiz erfolgte.

Der dritten Sitzung am Mittwoch, den 23. September, präsidirte Prof. Dr. Krocker-Proskau.

Dr. Grönland-Dahme zeigte ein von Rivet erfundenes »Mikrotom« genanntes Instrument zur Anfertigung von mikroskopischen Schnitten und legte gleichzeitig eine grössere Anzahl von Pflanzenpräparaten aus, welche mit Hülfe des Mikrotoms erhalten waren und durch ihre Grösse und Uebersichtlichkeit ganz besonders für Lehrzwecke geeignet sein dürften.

Hierauf sprach Prof. Dr. Alexander Müller-Berlin, unter gleichzeitiger Vertheilung einer von ihm in der Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege publicirten Abhandlung, über die städtische Spüljauche als Nährstofflösung für Pflanzenculturen.

Nachdem die Canalisirung Berlins beschlossen und zum Theil bereits in der Ausführung begriffen ist, hat man das Unschädlichmachen und die zweckmässigste Verwendung der Spüljauche in ernstliche Erwägung gezogen. Die Spüljauche hat trotz der mannigfachen Umstände, welche bei ihrer Entstehung zusammenwirken, eine ziemlich constante Zusammensetzung. Ein Liter derselben enthält an gelösten Pflanzennährstoffen durchschnittlich:

100	Milliontel	Stickstoff, vorzugsweise in Form von Ammonsalzen,
35	»	Phosphorsäure,
47	»	Kali,
20	»	Magnesia,
110 bis 120	»	Kalk.

Das Aequivalentverhältniss der einzelnen Pflanzennährstoffe ist hiernach nahezu 7 : $^1/_2$: 1 : 1 : 4 bis 5; die stickstoffhaltigen Substanzen prävaliren vor allen übrigen.

Von anderen in Lösung befindlichen, aber für das Pflanzenleben bedeutungslosen Mineralstoffen ist besonders das Chlornatrium zu erwähnen, dessen Menge 200 Milliontel im Liter beträgt.

Ausser diesen gelösten Stoffen enthält die Spüljauche suspendirte Bestandtheile (Schlamm). Dieselben sind theils anorganischer, theils organischer Natur. Der anorganische Schlamm besteht hauptsächlich aus Sand vom feinsten Korn, demnächst aus Thon, Gesteinsstaub u. s. w. Der organische Schlamm

enthält Colloïdsubstanzen von sehr complexer Zusammensetzung, wie Abkömmlinge von Proteinkörpern u. dgl. — Diese suspendirten Bestandtheile erschweren die Benutzung der Spüljauche zur Berieselung. Der mit der Spüljauche auf das Feld geführte Staubsand verstopft nach einiger Zeit die Poren des Bodens, verhindert schliesslich die Filtration und macht ein Aufhacken der Oberfläche resp. Abfahren der obersten Schichten nothwendig. In ähnlicher Weise wie der Staubsand wirkt der organische Schlamm, namentlich bei kühler und nasser Witterung. Hier ist das beste Gegenmittel die Lüftung der Rieselfläche zum Zweck der möglichst vollständigen Oxydation der organischen Bestandtheile, wie der Salpetersäurebildung aus dem stickstoffhaltigen Rohmaterial.

Was die Verwendbarkeit der Spüljauche für Pflanzenernährung anbetrifft, so haben die bisher angestellten Versuche das aus theoretischen Gründen vorauszusehende Resultat ergeben, dass mit Hülfe dieser Düngung selbst dem unfruchtbarsten Sandboden bedeutende Erträge abzugewinnen sind. Wegen ihres relativen Stickstoffreichthums eignet sich die Spüljauche besonders für Pflanzen, welche während einer verhältnissmässig kurzen Vegetationsdauer eine stärkere Stickstoffzufuhr beanspruchen.

Von grosser Wichtigkeit ist die Frage, was man mit der Spüljauche während der vegetationslosen Jahreszeit anzufangen hat. In dieser Beziehung hat man die Verwendung der Spüljauche für Schäleichen, Weiden- und Erlenpflanzungen in Vorschlag gebracht. Nadelhölzer scheinen weniger geeignet zu sein. Ueber das Verhalten von Obstbäumen und Beeren (mit Ausnahme der Erdbeeren) gegen Spüljauchendüngung sind erst wenig Erfahrungen gesammelt. Unter Umständen wird auch die Unterbringung der Spüljauche auf Brachäckern oder Wiesen von Nutzen sein. — Wo es sich um die Magazinirung der Spüljauche während der eigentlichen Wintermonate handelt, ist man auf die Ansammlung derselben in Bassins von hinreichender Tiefe angewiesen. Die Spüljauche sickert unter der Eisdecke allmälig durch den Boden und wird hierdurch geklärt. Da die Filterfläche nach und nach verschlickt und den Dienst versagt,

so ist schon im Herbst für die Anlage der erforderlichen Anzahl von Bassins Sorge zu tragen. Bei dieser Einrichtung umgeht man gleichzeitig die kostspielige künstliche Klärung durch Superphosphate, Thon u. s. w. Der während des Winters abgelagerte Schlamm hat einen nur geringen Werth und ist deshalb ungeeignet zur Versendung auf grössere Entfernungen. Um die bis zum Grundwasser durchgedrungene filtrirte Spüljauche im nächsten Frühjahr landwirthschaftlich verwerthen zu können, muss man von ihrem Verbleib sich Kenntniss verschaffen. Dies ist leicht bei ebener Lage der Felder; nöthigenfalls treibt man eiserne Röhren bis zum Grundwasser und untersucht die Proben auf ihren Gehalt an Kochsalz. Wo man dagegen die Richtung des Grundwassers nicht kennt, wie z. B. auf einem Hochplateau von durchlässigem Sand, muss man von der Verwerthung der bis zum Grundwasser durchgedrungenen Spüljauche absehen. — Als das theoretisch vollkommenste, wenngleich theuerste und nicht überall ausführbare Verfahren zur Ausnutzung der Spüljauche bezeichnet Redner schliesslich die Anlage von Poldern nach Holländischem Muster. Bei gehöriger Aufmerksamkeit gelingt bei einer derartigen Anlage sowohl die Unterbringung der Spüljauche während der Sommermonate wie ihre Magazirung während der Frostzeit, und gleichzeitig wird die Regulirung des Wasserstandes in der Art ermöglicht, dass weder ein Versumpfen des Bodens noch ein Mangel an Wasser jemals zu befürchten ist.

Dr. Heinrich-Bromberg theilte seine Erfahrungen mit über das Vermögen der Pflanzen, den Boden an Wasser zu erschöpfen.

Der Vortragende erinnert an die merkwürdige Erscheinung, dass unter natürlichen Verhältnissen Böden von verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt eine verschiedene Pflanzendecke tragen. Man könne hierdurch zu der Annahme gelangen, dass die Pflanzen ein verschiedenes Vermögen besitzen, den Boden an Wasser auszunutzen, wie z. B. die sog. Sandpflanzen im Gegensatz zu den Sumpfpflanzen, und wenn diese Annahme sich bestätige, so sei gleichzeitig die Erklärung gegeben für die Beobachtung, dass von den landwirthschaftlichen Culturpflanzen die

einen bei eintretender Trockenheit in erster Reihe zu leiden haben, während andere sich noch frisch erhalten. Versuche zur Beantwortung dieser Frage sind von dem Redner mit einer grösseren Anzahl landwirthschaftlich wichtiger Pflanzen ausgeführt worden. In Torfboden wurde u. A. beobachtet, dass Gerstenpflanzen bei einem Wassergehalt (des trocknen Bodens) von 47,7 Proc., Roggenpflanzen schon bei einem Wassergehalt von 53,4 Proc. zu welken begannen. In Kalkboden welkten Maispflanzen, wenn 100 Gwthle trocknen Bodens 8,6 Gwthle Wasser enthielten; Pferdebohnen welkten schon bei 12,7 Proc. Bodenfeuchtigkeit. Indessen waren die Schwankungen im Wassergehalt des Bodens, bei welchem die Vegetation verschiedener Pflanzen stillstand, im Vergleiche zu den Schwankungen bei einer und derselben Pflanzenart zu gering, um hieraus zuverlässige Schlüsse abzuleiten bezüglich eines verschiedenen Vermögens der Pflanzen, den Boden an Wasser zu erschöpfen. Weitere Versuche mit ausgesprochenen Sumpf- und Sandpflanzen werden vielleicht die gewünschte Auskunft geben.

Im Anschluss an diese Versuche hat Redner noch die Frage experimentell behandelt, wie sich die Absorptionsfähigkeit der Bodenarten für Wasserdampf aus der Atmosphäre verhält im Vergleiche zu dem Minimum von Bodenfeuchtigkeit, welches von den Pflanzenwurzeln noch aufgenommen werden kann. Als Resultat stellte sich heraus, dass die sog. Hygroskopicität der verschiedenen Bodenarten nicht im Stande ist, für die Pflanzen nutzbares Wasser zu beschaffen. Das letztere muss vielmehr stets in tropfbar flüssiger Form dem Boden zugeführt werden, und die Bedeutung fur Pflanzenernährung, welche man in der Praxis häufig der Fähigkeit gewisser Erden, Wasserdampf aus der Luft zu condensiren, zuschreibt, scheint hiernach der Begründung zu entbehren. —

Dr. Frank-Stassfurt gab einen kurzen Ueberblick über die Cultur der Moore mit besonderer Berücksichtigung der Rimpau'schen Dammculturen. Die letzteren haben gelehrt, dass die Verwesung des Moorbodens unter einer hinreichend starken Sanddecke — eventuell bei gleichzeitiger Durchlüftung und Entwässerung — sehr schnell vor sich geht,

dass hierdurch eine Verbesserung der physikalischen Eigenschaften bewirkt und der Boden zu einer bedeutenden Ertragsfähigkeit gebracht wird. Während die nach dem System der Vermischung angelegten Holländischen Veen-Colonien eine reichliche Zufuhr von stickstoffhaltigen Dungmitteln, wie Strassenkoth u. dgl. nöthig machen, scheint bei den Dammculturen in einzelnen Fällen eine Zufuhr von Stickstoff eher schädlich, als nützlich zu sein, dagegen schon eine schwache Düngung mit stickstofffreien Dungmitteln (Kalipräparaten, Superphosphaten) für die Production von anhaltend guten Ernten zu genügen. Diese und ähnliche bei der praktischen Moorcultur gemachte Beobachtungen haben dem Verein gegen das Moorbrennen Veranlassung gegeben, als Preisaufgabe die Frage aufzustellen: »Wie verhalten sich die wichtigsten Moorbodenarten des nordwestlichen Deutschlands in chemischer und physikalischer Hinsicht für sich und gegen die wichtigsten Pflanzennährstoffe, namentlich in der Form der jetzt gebräuchlichen Dungmittel?« Nähere Auskunft über die Disposition und Ausdehnung dieser Preisaufgabe ertheilen die gedruckten Prospecte.

Prof. Dr. H. Schwarz berichtete über eine Phosphatdüngerfabrik in Graz. Diese während des letzten Jahres auf Actien errichtete Fabrik verarbeitet die städtischen Auswurfstoffe nach einem Englischen Patent. Die vermittelst luftleerer Kessel aus den Aborten geräumten Fäcalien werden in unterirdischen Bassins angesammelt und gelangen von hier aus successive in aufrecht stehende, mit Rührvorrichtung versehene, verschliessbare Fässer. In den letzteren findet eine allmälige Vermischung der Excremente mit einem durch Schwefelsäure aufgeschlossenen, von den St. Vela-Inseln stammenden Thonerdephosphat (30 Proc. Phosphorsäure) statt, die phosphorsaure Thonerde wird durch einen entsprechenden Zusatz von Kalkmilch gefällt und hierdurch der grösste Theil der festen Fäcalstoffe mit niedergerissen. In Decantationsbassins erfolgt hierauf die Klärung der Masse. Die klare Flüssigkeit lässt man in die Mur laufen; der Schlamm wird auf Herden mit directer Feuerung und unter stetem Umrühren in ein trocknes Pulver verwandelt, welches 10 Proc. Phosphorsäure und 2.5 Proc.

Stickstoff enthält. Die beim Trocknen entweichenden Gase von höchst unangenehmem Geruch werden durch einen Ventilator angesaugt und in die Mur geblasen. Ob diese Verarbeitung der menschlichen Entleerungen rentabel ist, muss, namentlich wegen des schwierigen Trocknens, zweifelhaft erscheinen. Ein anderes Verfahren, welches $^{9}/_{10}$ des Düngerwerthes der Excremente zu liefern und noch sonstige Vortheile zu bieten verspricht, befindet sich noch im Stadium der Laboratoriumsversuche.

Prof. Dr. Krocker knüpft hieran die Aufforderung zum Besuch der Fabrik von Albert Sindermann in Breslau, Weidenstrasse 25, woselbst Leuchtgas aus Fäcalien und Schlammfang-Sinkstoffen dargestellt wird.

Schluss der Sitzung.

Zum nächsten Versammlungsort der Naturforscher und Aerzte ist in der II. allgemeinen Sitzung vom 21. September Graz an der Mur mit überwiegender Majorität gewählt worden.

Dahme, im October 1874.

Dr. J. Fittbogen.

Wilhelm Henneberg's Doctor-Jubiläum.

Am 31. December 1874 wurde zu Göttingen ein Fest begangen, für welches im Leserkreise unserer Zeitschrift ein sympathischer Antheil sicher vorausgesetzt werden darf. Durch Anfrage bei der Universität Jena war seitens einiger Schüler Weende's festgestellt worden, dass am 31. December 1849 der Cand. phil. Wilh. Henneberg nach Einsendung einer Abhandlung »Ueber einige Zersetzungsproducte des Mellonkaliums« (veröffentlicht in Liebig's »Annalen«) zum Doctor rite promotus erklärt worden war.

Die Anregung, die 25jährige Erinnerungsfeier dieses Tages festlich zu begehen, wurde von allen Schülern Henneberg's, deren Adressen überhaupt aufzufinden waren, mit solcher Begeisterung aufgenommen, dass man über die Art und Weise sehr schnell einig wurde. Vor Allem lag daran, die etwa nöthigen Vorbereitungen in strengstes Geheimniss zu hüllen. Alle irgendwie officielle Feierlichkeit sollte,

der Sinnesart des Gefeierten gemäss, vermieden werden; der Jubilar sollte von der Sache bis zum letzten Moment keine Ahnung haben und den Abend des für seine Schüler denkwürdigen Tages in der Mitte derselben, sowie seiner nächsten Verwandten und einiger zum landw. Institut Göttingen gehörigen nahestehenden Bekannten zubringen.

Diese Absicht wurde in schönster Weise erreicht. Der Gefeierte war, als am Morgen des 31. December die Gratulationsbesuche gemacht wurden, völlig überrascht, und kam von da an bis zum Abend aus den Ueberraschungen, welche durch Telegramme von allen Seiten, durch das Auftauchen dieses und jenes von fern her gereisten Bekannten bereitet wurden, nicht mehr heraus. Abends 8 Uhr vereinigte man sich in Gebhard's Hôtel, woselbst ausser einigen Göttingern: Amtsrath Grieffenhagen, den Proff. Drechsler und Tollens und Dr. Fesca, drei seiner Schwäger (Hr. Oberamtmann Deichmann-Greene, Hr. Kircher-Rhoden, Hr. Schele-Hamburg), ein Bruder (Amtmann Henneberg-Wasserleben) und seine Schüler: Prof. Kraut-Hannover, Prof. G. Kühn-Möckern, Prof. M. Märcker-Halle, Dr. Hugo Schultze-Braunschweig, H. Jordan-Darmstadt, Dr. K. Müller und Dr. M. Fleischer-Göttingen den Jubilar erwarteten. Prof. Stohmann-Leipzig war leider auf der Reise erkrankt.

Den folgenden Festtoast brachte Herr Prof. Kraut aus:

Hochgeehrte Anwesende!

Es hat uns hier das Gefühl der Verehrung und Dankbarkeit für einen Mann zusammengeführt, der in seiner seltenen Bescheidenheit nur ungern von sich sprechen hört, dessen Verdienste ja aber auch überhaupt, und besonders in diesem Kreise, nicht im Einzelnen dargelegt zu werden brauchen, um uns gegenwärtig und unvergesslich zu sein. Als heute vor 25 Jahren unserem Jubilar, dem Herrn Prof. Henneberg, das Doctordiplom zuerkannt wurde, da lag das Feld der Wissenschaft, welchem Sie alle Ihre Kräfte gewidmet haben, fast noch unbearbeitet da, kaum waren die ersten Furchen sichtbar, die Liebig's unsterblicher Geist gezogen hatte. Dass es heute in hoher Blüthe steht, dass es Eigenthum der strengen Wissenschaft geblieben ist, dass die Dornen und Unkräuter, die es zeitweilig zu überwuchern drohten, dem freudig grünenden Bestande echter Frucht haben Platz machen müssen, das verdanken wir, soweit eines Mannes Kraft überhaupt so Grosses leisten kann, in erster Linie unserm Jubilar und Lehrer. Denn ihm ist es gegeben, wie vielleicht keinem Zweiten in unserer rastlos nach Erfolgen jagenden Zeit, die ewigen Ziele der Wissenschaft im Auge zu behalten, stetig an ihnen festzuhalten, unverdrossen und unbeirrt durch Lob

oder Tadel des Tages, und dennoch auch den berechtigten Anforderungen der Gegenwart gerecht zu werden. Ihm ist die Umsicht und Ausdauer gegeben, die gerade in der landw. Chemie so überaus nothwendig ist, um dauernde Erfolge zu erzielen. Und was wäre ohne jene Erfolge aus dieser Wissenschaft, was namentlich aus den landw. Versuchs-Stationen geworden? Somit feiern wir, indem wir das 25 jährige Jubiläum seiner wissenschaftlichen Arbeit feiern, einen Jubeltag der Wissenschaft selbst, einen Tag, an dem sie zurückblicken darf von der sicheren Höhe auf den mühsam erstiegenen Weg, dem Ziele näher, sich ihres Erfolges erfreuend!

Dass wir unter einem solchen Manne unsere wissenschaftliche Laufbahn beginnen oder fortsetzen durften, das ist uns Allen ein hoher Gewinn, den wir immerdar anerkennen werden. Mit dankbaren Gefühlen sehen wir Alle auf die Zeit zurück, wo unser Jubilar uns Lehrer und Führer war, wo wir an ihm lernten, was Hingebung an die Wissenschaft heisst, und wie sie auch das Leid des menschlichen Lebens ertragen und überwinden lehrt; wo er nicht verschmähte, uns seine Ziele klar darzulegen und doch auch bereit war, in die Einzelheiten der Arbeit lehrend, stützend und helfend einzugreifen, wo er uns mehr, als Lehrer, wo er unser Freund war. Dieser Thatsache, dass wir in unserem Jubilar nicht allein unseren hochverdienten und verehrten Lehrer sehen, sondern dass auch mancher seiner Schüler ihm als Freund nahe treten durfte, dass Keiner anders als in Frieden und Dankbarkeit von ihm schied, haben wir Ausdruck geben wollen durch Darreichung eines Albums, welches ausser der hervorragendsten Stätte seines Wirkens auch die Bilder seiner Schüler enthält. Indem ich Sie, hochverehrter Herr Jubilar, nunmehr bitte, dieses Album von uns entgegenzunehmen, fordere ich Sie alle auf, Ihrer Zustimmung gewiss, die vollen Gläser zu erheben und einzustimmen in den Wunsch: noch manches Decennium möge unserem Jubilar vergönnt sein, so fortzuwirken und zu lehren zum Heil der Mitwelt und Nachwelt, und heute über 25 Jahre möge ein noch reicherer und grösserer Kreis der Seinen um ihn versammelt sein zu seiner Ehre!

Es wurde darauf ein sehr schön ausgestattetes Album mit der photographischen Ansicht der Versuchs-Station Weende und den Portraits seiner Schüler, einschliesslich der bereits gestorbenen, in Cabinetformat, überreicht.

Auf die Rede Kraut's antwortete der Jubilar etwa Folgendes: Die ihm so völlig unerwartet gekommene Ovation beschäme ihn tief. Wenn er auf die vergangene Zeit mit Stolz zurückblicke, so sei es desswegen, weil er das Glück gehabt habe, eine Reihe von Männern um sich zu versammeln, denen er die Liebe zu seiner Wissenschaft

habe einflössen können, die jetzt selbst in seinem Sinne weiter arbeiteten und ihm Freunde für's Leben geworden seien. Möchte es ihnen einst vergönnt sein, ein eben so frohes Jubiläum zu feiern. Auf das, was man nach Aussen wohl die »Weender Schule« genannt habe, bitte er die Gläser zu leeren.

Amtsrath Grieffenhagen-Weende brachte einen Glückwunsch zur frohen Feier im Namen der Landwirthschaft. Denn Henneberg nehme nicht bloss unter den Gelehrten eine hervorragende Stellung ein; er sei auch den Praktikern wohl bekannt, denen seine Versuche direct zu Gute gekommen seien, auf deren Geldbeutel sie einen heilsamen Einfluss ausgeübt hätten.

Nachdem Prof. Drechsler noch speciell H's Verdienst als Gründer einer Schule hervorgehoben, folgte eine Reihe mehr heiterer Auslassungen, more academico, welche die Festtheilnehmer in fröhlicher Stimmung bis weit über die Mitternachtstunde hinaus beisammenhielt. Noch am Abend trafen zahlreiche Glückwunsch-Telegramme ein, darunter eines vom Lehrerconvent der Academie Hohenheim.

Als Assistenten im chemischen Laboratorium haben von 1853 bis 1875 unter Henneberg's Leitung gearbeitet: C. Kraut (damals noch in Celle); Stohmann; Rautenberg (†); G. Kühn; H. Schultze; Aronstein; A. Reinecke; E. Schulze; M. Märcker; K. Müller; M. Fleischer.

Als landwirthschaftliche Assistenten: Busse (†); B. Schultz (Gutsbesitzer in Kownatken, Westpreussen); Dr. Mahn (Besitzer einer Fabrik künstlicher Mineralwasser); Nachtigall (†); Fricke; P. v. Seebach (Gutsbesitzer in Westpreussen); Alb. Meyer (Besitzer einer Cementfabrik in Königswinter a. Rh.); Jordan (Wanderlehrer und Redacteur in Darmstadt).

Als Volontair-Assistenten haben in Weende längere Zeit gelebt: Weiske-Proskau; Petermann-Gembloux; Kohlrausch-Wien. Ausserdem haben eine grosse Reihe früherer Göttinger (Limpricht, Schwanert u. A.) kürzere Zeit in Weende mitgearbeitet.

Personalnotizen.

Dr. Carl Filly, der überaus thätige Arbeiter, im K. preuss. landw. Ministerium und ausserhalb desselben, für die Interessen der Landwirthschaft und des Gartenbaues, ist am 21. December 1874 einer langwierigen und schmerzhaften Krankheit der Verdauungsorgane erlegen und am Weihnachtsabend zur Ruhe bestattet worden.

Landw. Centralbl. 1875, No. 2.

Am 2. Januar 1875 starb zu Bonn Herr Dr. C. Karmrodt, Vorstand der 1856 zu St. Nicolas begründeten, 1866 nach Bonn verlegten Versuchs-Station des landw. Centralvereins von Rheinpreussen.

Vergleichende Untersuchung über die Mengenverhältnisse

der durch Respiration und Perspiration ausgeschiedenen Kohlensäure bei verschiedenen Thierspecies in gleichen Zeiträumen nebst einigen Versuchen über Kohlensäureausscheidung desselben Thieres unter verschiedenen physiologischen Bedingungen.

Von

Dr. Pott.

Wenn auch zahlreiche Respirationsversuche am Menschen einerseits, an landwirthschaftlichen Nutzthieren andererseits ausgeführt wurden und auch hin und wieder wohl andere, als landwirthschaftliche Nutzthiere, in den Kreis der Untersuchung gezogen sind, so liegen über vergleichende Versuche der Kohlensäureausscheidung verschiedener Thiergruppen keine Angaben vor, wenigstens konnte in der über Respiration zu Gebote stehenden Literatur nur eine Arbeit Moleschott's und Schelske's ermittelt werden, »Vergleichende Untersuchungen über die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure und die Lebergrösse bei nahe verwandten Thieren«[1], welche diese Richtung der Forschung einschlägt. — Der Ausfall nun an vergleichenden Untersuchungen über die Kohlensäureausscheidung verschiedener Thierspecies, ferner auch der Umstand, dass die Literatur der letzten zwanzig Jahre nur wenige Beobachtungen über die Kohlensäureausscheidung an andern als höher organisirten Thieren aufzuweisen hat, regten zu einer vergleichenden Untersuchung an über die Kohlensäureausscheidung von Thieren der verschiedensten Art, in einer bestimmten Zeiteinheit, unter möglichst normalen gleichen Verhältnissen mit besonderer Rücksichtnahme auf niederorganisirte Thiere.

---

[1] Siehe Bericht über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie, 1859, p. 254.

Diesen Untersuchungen sind weiter einige wenige Respirationsversuche an einem Thiere unter verschiedenen physiologischen Bedingungen angereiht.

Ehe ich zu den Versuchen an Thieren übergehe, ist die Beschreibung des angewendeten Respirationsapparats vorauszuschicken, über den Gebrauch desselben einige Worte zu sagen, über Kohlensäurebestimmung, Vor- und Controlversuche zu referiren.

Beschreibung des Respirationsapparats.

Da es sich bei den später zu beschreibenden Untersuchungen darum handelte, einen leicht zu handhabenden Respirationsapparat mit völlig luftdichtem Verschluss zur Verfügung zu haben, musste der Pettenkofer'sche Apparat als Vorbild dienen, um nach diesem einen kleinen Respirationsapparat in zweckmässig modificirter Form zusammen zu stellen. Die nebenstehende Figur 3 wird der Beschreibung des Apparats zu statten kommen. — a, a_1 sind **U**förmig gebogene, 9 Cm. lange Glasröhren, mit Aetzkali gefüllt. Die erste offene **U**Röhre führt die Aussenluft in den Apparat ein, die zweite ist durch Kautschukschlauch mit einem ungefähr 500 Cbcm. fassenden Glaskölbchen b verbunden, das bis zur Hälfte mit Barytwasser gefüllt ist. Dieses steht mit dem Respirationsraum c in Verbindung. d, d_1, d_{11} sind drei vor Beginn eines jeden Versuchs mit abgemessenen Mengen Barytwasser zu füllende Kölbchen, von denen jedes ca. 200 Cbcm. Flüssigkeit fasst[1]. Das letzte der Kölbchen d_{11} schliesst sich durch Kautschukschlauch dem Aspirator e an. Seitlich am Respirator ist ein Wasserstandsrohr mit einer Scala angebracht, die in ganze, halbe und viertel Liter eingetheilt wurde, um genau den Wasser- und Luftverbrauch während eines Versuchs ablesen und controliren zu können. — Um den Rauminhalt des Aspirators kennen zu lernen, musste Liter für Liter Wasser abfliessen; auf diese Weise konnte die Scala

---

1) Anfangs wurden Pettenkofer'sche Barytröhren eingeschaltet, da diese aber nicht nach Wunsch angefertigt waren, musste von ihrem ferneren Gebrauch Abstand genommen werden.

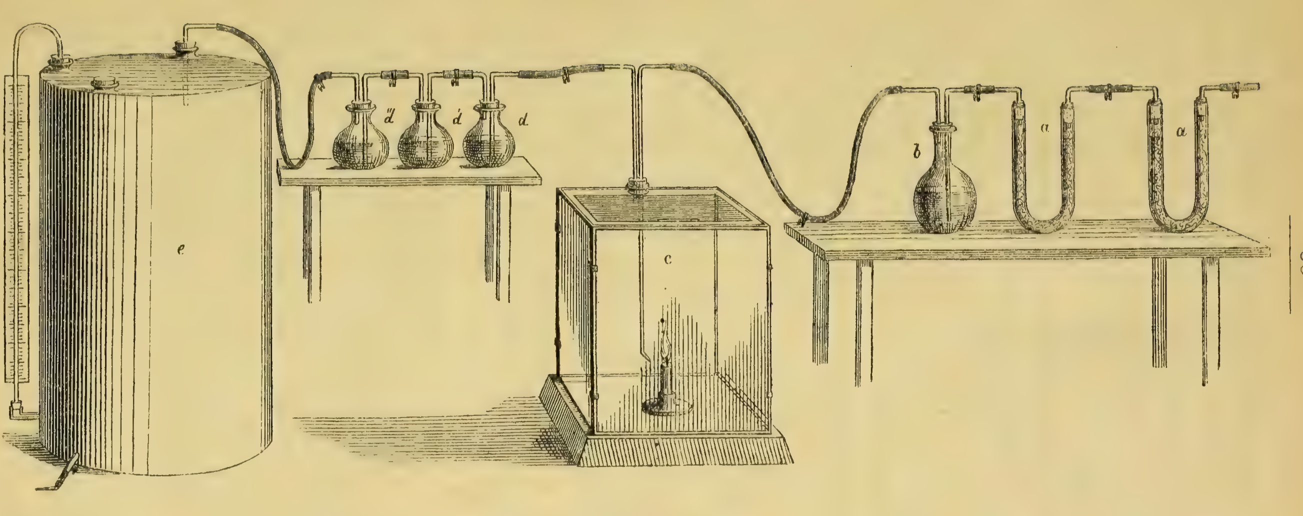


Fig. 3.

genau nach »ganze Liter« angefertigt werden. Halbe und viertel Liter wurden dann mit dem Meterstabe auf der Scala abgemessen und nach wiederholter Revision darauf verzeichnet.

Unterhalb der einen Wand des Aspirators ist ein durch einen Hahn zu schliessendes messingenes Abflussrohr eingenietet. Je nachdem der Hahn mehr oder weniger geöffnet wird, hat man es in der Hand, den Wasserstrom zu reguliren. Der Aspirator, aus Zinkblech gearbeitet, hat eine Höhe von 47 Cm., einen Durchmesser von 31 Cm.; er fasst gegen 40 Liter Wasser, von denen aber, weil die Scala nur bis 28 Liter reicht (das Wasserstandsrohr ist etwas zu hoch über den Boden des Aspirators angebracht), nie der volle Gebrauch gemacht werden konnte.

Der Respirationsraum *c* ist ein fast quadratischer Kasten, etwas höher als breit. Seine Höhe beträgt 27,5 Cm., seine Breite 23,5 Cm.; Boden und Decke sind von Zinkblech gearbeitet, die Decke von 4 Stäben aus Zinkblech getragen, in deren rinnenförmigen Einschnitten vier Glasfenster luftdicht eingelöthet sind, durch welche die Thiere während eines Versuchs bequem beobachtet werden können. Die Stäbe sind mit messingenen Drahtschiebern versehen, um über die vier durchsichtigen Glaswände des Apparats farbige Glasplatten befestigen zu können. Die Decke des Respirationsbehälters enthält ausser einer Korköffnung eine gut schliessende Schiebthür, durch die man ohne Mühe und schnell ein Thier in den Behälter hineinbringen kann.

Gebrauch des Apparats.

Nachdem das Thier in den Respirationsraum gebracht wurde, ist die Thür sofort zu schliessen und sind die Fugen sorgfältig mit Fensterkitt zu vernieten. Hat man die schon vorher mit abgemessenen Mengen Barytwasser gefüllten Kölbchen zwischen dem Respirationsraum und dem Aspirator eingeschaltet, öffnet man den Hahn des Abflussrohres am Aspirator. Der Versuch ist im Gange. Die Aussenluft wird mittelst des Aspirators durch den Apparat gesogen. Sie nimmt ihren Weg durch die Uförmigen Kaliröhren, das Barytwasserkölbchen, und gelangt völlig kohlensäurefrei in den Respirationsraum. Die Kohlensäure der Ausathmungsluft des Thieres wird in den beiden ersten Barytwasserkölbchen hinter

dem Respirator absorbirt, während das letzte nur noch schwach getrübt wird. Das Barytwasserkölbchen vor dem Respirationsraum ist der Indicator für den regelmässigen Gang des Luftstroms, für den guten Verschluss des Respirators und zugleich Indicator dafür, dass alle Kohlensäure der Aussenluft von den Kaliröhren völlig absorbirt wird und dass die Aussenluft kohlensäurefrei in den Respirationsraum gelangt. Gleichmässig sich folgende Blasen im Barytwasserkölbchen vor dem Respirationsraum zeigen den regelrechten Gang des Luftstroms an. Bleiben die Blasen im Barytwasserkölbchen vor dem Respirationsraum aus, zeigt das immer eine Undichtigkeit des Respirationsraums an; endlich, völliges Klarbleiben des Barytwassers im Kölbchen vor dem Respirationsbehälter, giebt Gewissheit, dass keine Kohlensäure der Aussenluft mit in den Respirationsraum gelangt. Durch den Hahn des Abflussrohrs ist der Luftstrom je nach Bedürfniss zu reguliren. Eine viertel Drehung des Hahns genügt, um einen mässig starken Strom durch den Apparat zu leiten; bei Wiederholung ein und desselben Versuchs wurde ein stärkerer Strom angewendet, um dem Einwurf begegnen zu können, dass sich bei langsamem Strom die Ausathmungskohlensäure des Thiers im Respirationsraum anhäufe und sich der Bestimmung entziehen möchte.

Ueber die Prüfung des Verschlusses des Apparats, über Vor- und Controlversuche wird später berichtet werden.

Ueber Kohlensäurebestimmung und Titrestellung.

Die Barytwasserlösungen, die bei den Versuchen in Anwendung kamen, sind eine schwächere und eine stärkere. Die schwächere enthält auf ein Liter destillirtes Wasser 7 Grm. käufliches, krystallisirtes Barythydrat plus 1 Grm. Chlorbaryum, die stärkere 21 Grm. Barythydrat plus 3 Grm. Chlorbaryum. Die schwächere Lösung kam in den meisten Fällen und zwar bei kleineren Thieren in Gebrauch, die stärkere bei grösseren Thieren. Es wurden beide Lösungen in grösseren Quantitäten in Vorrath gehalten. Dieselben mussten vom kohlensauren Baryt filtrirt werden; es wurden aus diesem Grunde auch bei jedesmaliger Darstellung neuer Lösungen Barytbestimmungen in einem

abgemessenen, aliquoten Theile derselben ausgeführt. Ein öfteres Umschütteln und längeres Stehen der Lösungen ist erforderlich.

Da das schwächere Barytwasser fast täglich zur Verwendung kam, wurde es in einer $5^1/_2$ Liter (*a* Fig. 4) fassenden Flasche mit einem aus der Figur zu ersehenden, derart eingerichteten Verschluss verwahrt, dass dasselbe direct in die Bürette (*b*), die zur Abmessung desselben diente, durch eine Druckhebevorrichtung gehoben werden konnte. Die Barytwasserflasche wie die Bürette ist durch ein Kaliröhrchen (*a*) dem unmittelbaren Luftzutritt abgeschlossen. In dem Kaliröhrchen wird die Kohlensäure der in den Apparat einströmenden Luft absorbirt.

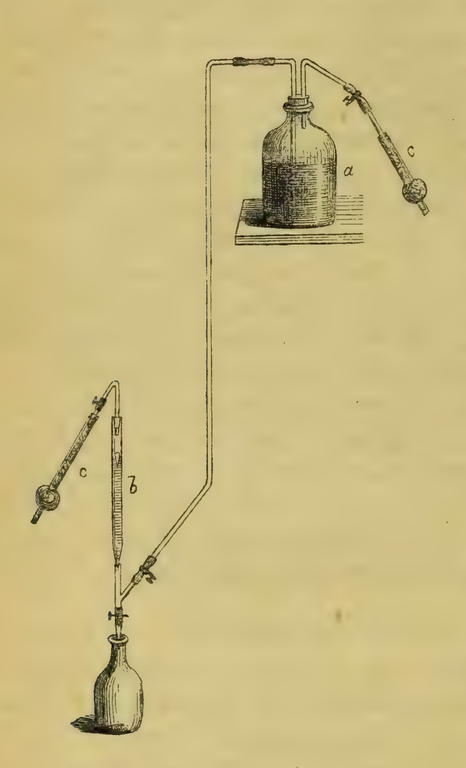


Fig. 4.

Das stärkere Barytwasser wurde in einem gut mit Gummistopfen verschlossenen, zwei Liter fassenden Kolben aufbewahrt. Ein schneller Ausguss oder ein schnelles Abheben mit der Pipette der abzumessenden Flüssigkeiten verhinderten auch hier jede Präcipitation der Lösung.

Die Oxalsäurelösung konnte nicht in grösseren Mengen vorräthig gehalten werden, es mussten daher in kleinen gut verschlossenen Fläschchen abgewogene Mengen der reinen, krystallisirten, nicht verwitterten Säure 2,8636 Grm. im trockenen Zustande aufgehoben werden. Bei jedesmaligem Gebrauch wurde eine Portion der Säure, 2,8636 Grm., in einem Liter destillirten

Wassers gelöst. Die Bürette, welche zur Titration mittelst Oxalsäure dient, ist, wie die Barytwasserbürette, mit Erdmann'schem Schwimmer versehen, sie gestattet noch zehntel Cbcm. abzulesen. Ihr offenes Ende ist durch ein Chlorcalciumrohr dem unmittelbaren Luftzutritt abgeschlossen.

Fernere Erfordernisse zur Titration sind ein frisch bereitetes Curcumapapier. Ein Theil zerstossene Curcumawurzel mit sechs Theilen schwachem Weingeist digerirt und erwärmt, darauf filtrirt, ist das von Fresenius angegebene Recept. In der so bereiteten Tinctur tränkt man Streifen Filtrirpapier. Das Papier muss nach dem Trocknen eine durchweg schöne gelbe Farbe haben, ohne fleckig zu sein. Dasselbe ist in einer geschwärzten Flasche vor Lichteinflüssen zu bewahren[1].

Mehrere 200 Cbcm. fassende Glaskölbchen mit gut schliessenden Gummistopfen. Beim jedesmaligen Gebrauch hat man darauf zu sehen, dass dieselben vollkommen rein und trocken sind, längere Zeit am offenen Fenster unverschlossen gelegen haben und dass vor dem Zukorken mit einem Glasröhrchen die Innenluft ausgesaugt werde, um sie mit möglichst kohlensäurefreier Luft zu füllen. Das Nämliche gilt von den in den Apparat einzuschaltenden Barytwasserkölbchen.

Eine Glasplatte zur Unterlage des Curcumapapiers, ein Glasstab, um mit diesem tropfenweise die zu titrirende Barytwasserlösung aus dem Kölbchen auf das Curcumapapier bringen zu können.

Endlich eine Pipette, 30 Cm. fassend.

Die Titrestellung des Barytwassers. Man füllt die Barytwasserbürette bis zur o-Marke nach angegebener Weise und lässt in 3 Kölbchen je 30 Cbcm. desselben aus der Bürette einfliessen, schliesst dann die Kölbchen und bringt nach Wegnahme der Stopfen eins nach dem andern unter die Oxalsäurebürette. Man lässt nun probeweise in das erste Kölbchen, von der o-Marke aus gerechnet, eine annähernd der Sättigung des Barytwassers entsprechende Oxalsäuremenge zufliessen. Nach Umschütteln des Kölbchens bringt man einen Tropfen der Flüssig-

[1] Neuerdings wird vielfach Rosolsäure als Indicator verwendet.

keit auf das Curcumapapier, es entsteht entweder noch eine Bräunung, oder hat man den Sättigungspunkt erreicht, oder gar überschritten, bleibt die betreffende Stelle unverändert. Durch die zweite, endlich durch die dritte Titration wird man, da jetzt der ungefähre Sättigungspunkt bekannt ist, leicht zum Ziele kommen und bei tropfenweisem Zufluss der Säure den Punkt ohne Mühe finden, wo selbst der am Ende der Titration sich bildende braune Ring bei dem letzten einfallenden Tropfen verschwindet. Die Titrestellung ist vor jedem einzelnen Versuche zu wiederholen, da kleine Schwankungen im Titre trotz des vorsichtigsten Verschlusses der die Normalflüssigkeiten enthaltenden Flaschen statthaben und diese dann, blieben sie unberücksichtigt, zu fehlerhaften Resultaten Anlass geben würden.

Ueber Prüfung des Verschlusses des Apparats, Vor- und Controlversuche.

Ist der Respirationsapparat soweit aus seinen einzelnen Theilen zusammengesetzt, wie er mit beigefügter Zeichnung auf den vorhergehenden Seiten beschrieben wurde, geht die nächste Prüfung desselben dahin, ob er in allen seinen Theilen luftdicht und gut schliesst. Setzen wir voraus, die Thür des Respirators sei verkittet, die Verbindung durch Kautschukschlauch überall hergestellt, die Barytwasserkölbchen gefüllt, zwischen Respirator und Aspirator eingeschaltet; nehmen wir ferner an, dass Quetschhähne auf den die einzelnen Theile des Apparats verbindenden Gummischläuchen befestigt, diese Theile absperren. Die erste Prüfung gilt dem Aspirator selbst. Oeffnen wir seinen Abflusshahn und sperren den Aspirator durch einen Quetschhahn, den wir über den Kautschukschlauch ziehen, der ihn mit dem letzten der drei Barytwasserkölbchen verbindet, welche die Ausathmungskohlensäure des im Respirationsraum befindlichen Thieres absorbiren, von der Aussenluft ab, so kann das Wasser so lange ausfliessen, als ein innerer Luftdruck stattfindet. Bei gutem Verschluss wird bald der Zeitpunkt eintreten, wo das Wasser zu fliessen aufhört; erst fliesst es bei ganz offenstehendem Hahn in vollem Strahl, der schwächer und schwächer wird, bis nur

noch einzelne Tropfen fliessen und endlich ein gänzliches Ausbleiben des Ausflusses eintritt. Hat man sich so von der Dichtigkeit des Aspirators überzeugt, wird der Quetschhahn von dieser Stelle entfernt und dieselbe Probe bei dem ersten Barytwasserkölbchen, das mit dem Aspirator verbunden bleibt, vorgenommen, dann bei dem zweiten, dritten, dem Respirator bis zur letzten URöhre hin, wird diese geschlossen, während die übrigen Quetschhähne entfernt werden, wird das Wasser auch nur solange ausfliessen, als die Innenluft des Apparats vorhält und einen Druck auszuüben vermag.

Bei diesen Versuchen ist noch des Umstandes zu erwähnen, dass der Deckel des Aspirators häufig in die Höhe getrieben wurde, ebenso zweimal die Scheiben des Respirators sprangen. Es dürfte dies ein weiteres Zeugniss für den guten Verschluss des Apparats abgeben.

Ein zweiter Versuch durfte nicht unbeachtet gelassen werden, ob die URöhren auch genügend ausreichten, die Kohlensäure der Zimmerluft völlig zu absorbiren. Wenn nun mehrere Monate hindurch das Barytwasser in dem vor dem Respirator eingeschalteten Kölbchen noch wasserklar blieb und während der ganzen Dauer der Versuche nicht erneuert zu werden brauchte, kann wohl die Frage als eine erledigte erachtet werden.

Dann aber musste durch Versuch festgestellt werden, ob und ein wie grosser Fehler es sei, der entstehen möchte, wenn man die in den Aspirator mit der Aussenluft eintretende Kohlensäure bei Einbringen des Thieres in denselben unberücksichtigt lasse, oder aber ob dieselbe von der Ausathmungskohlensäure des Thieres abzuziehen sei. Anfangs glaubte ich, dass der Fehler nicht unberücksichtigt gelassen werden dürfte. Ich erhielt Trübungen in den Barytwasserkölbchen und durch Titration noch mehrere Milligramme Kohlensäure während einer einstündigen Versuchsdauer. Diese Kohlensäure konnte, ohne dass ein Thier im Respirator geathmet hatte, nur die Kohlensäure der Innenluft des Respirationsbehälters, bei Beginn des Versuchs mit der Zimmerluft in den Respirationsraum gelangt, repräsentiren; doch habe ich mich durch wiederholte weitere Versuche

überzeugt, dass eine kleine Undichtigkeit des Apparats die Ursache gewesen sein musste, welche eine Trübung in den Barytwasserkölbchen hervorbrachte. Die Controlversuche zeigten kaum irgend eine Trübung in den Barytwasserkölbchen nach einer einstündigen Versuchsdauer, und war der Titre des Barytwassers nach dem Versuche derselbe, wie der vor dem Versuche, geblieben. Von dem Verschluss des Respirators hat man sich vor jedem einzelnen Versuche zu überzeugen.

An obige Versuche schliesst sich der Controlversuch mit der Kerze an. Das Verbrennen einer Kerze in einem geschlossenen, dabei aber doch ventilirten Raume ist im Grunde der nämliche Process, als jeder Respirationsversuch am Thiere, und so haben Pettenkofer und Henneberg ihren Respirationsversuchen einen jedesmaligen Controlversuch mit Stearinkerzen vorausgeschickt. Wenn eine ruhig brennende Stearinkerze, von deren Stearin man Kohlenstoff plus Wasserstoff durch Elementaranalyse ermittelt hat, dieselben Zahlen im Versuch giebt, so ist das gewiss der beste Beweis für den guten Verschluss des Apparats und dafür, dass derselbe in normaler Weise arbeitet.

Es wurden aus einer hiesigen Handlung zwei Stearinkerzen, von denen vier aufs Pfund gehen, bezogen und aus der Stearinmasse einer derselben zwei kleine Kerzen mit möglichst dünnem Dochte gegossen.

Eine Glasröhre von passender innerer Weite (die Kerzen hatten nur wenige Millimeter Durchmesser), ist an einem Ende durch einen einfach durchbohrten Kork nur lose geschlossen. Durch die Durchbohrung des Korkes geht ein Baumwollenfaden, der an einem Hölzchen befestigt ist, das quer auf dem Korke liegt. Der Faden läuft in der Mitte der Röhre hin und kann durch einen Kork, der das andere Ende der Röhre schliesst, straff angezogen werden. Sobald die Stearinmasse durch gelindes Erwärmen ins Schmelzen gekommen ist, wird sie neben dem lose aufliegenden Kork in die Röhre eingegossen und der Faden angezogen. Nach dem Erkalten schiebt man mit einem Glasstabe die fertige Kerze aus der Röhre.

Die so fabricirten Kerzen brannten sehr sparsam ohne zu

flackern. Die Elementaranalyse der zur Anfertigung der Kerzen angewendeten Stearinmasse[1]) gab folgende Resultate:

1) 0,1645 Grm. nicht getrockn. Substanz = 0,1588 Grm. Trockensubstanz[2]) gaben 0,4106 CO_2 + 0,1805 HO.

2) 0,2045 Grm. nicht getrockn. Substanz = 0,1970 Grm. Trockensubstanz gaben 0,5105 CO_2 + 0,242 HO.

Aus diesen Daten ergiebt sich ein procentischer Gehalt:

Für 1)	von	70,46%	C.	und	12,59% H.
» 2)	»	70,65%	»	»	13,60% »
Im Mittel:		70,55%	C.	und	13,09% H.

Nach voraufgegangener Elementaranalyse der Stearinmasse, aus welcher die Kerzen hergestellt wurden, konnte nun zu dem Versuche mit der Kerze selbst geschritten werden. Nachdem die Kerze mit dem aus Weissblech gefertigten Leuchter gewogen ist (derselbe hat einen vertieften, schalenförmigen Fuss, um durch Herabtropfen des Stearins jedem Verluste vorzubeugen, wird sie in den Respirationsraum gebracht, schnell angezündet, die Thür verkittet, der Ausflusshahn am Aspirator geöffnet. Der Versuch ist im Gange. Die Kerze brannte ruhig ohne zu flackern. Der Luftverbrauch war während der Versuchsdauer einer Stunde $22^1/_2$ Liter; nachdem nun die Kerze eine Weile gebrannt hatte, wurde sie durch Zudrücken des Gummischlauchs vor dem Aspirator ausgelöscht und die im Respirationsbehälter noch befindliche Kerzenkohlensäure durch Aussaugen vermittelst des Aspirators in den Barytwasserkölbchen absorbirt. Man hat durch den Respirationskasten nach Henneberg die fünffache Luftmenge der in dem Respirator eingeschlossenen Luft zu saugen, um die gesammte Kohlensäure nach Aufhören der Kohlensäureentwicklung in den Kölbchen wieder zu erhalten. Der eigentliche Versuch dauerte nur kurze Zeit. Beim ersten Versuch kam es mir

---

[1]) Eine Elementaranalyse des nur sehr dünnen Baumwollenfadens wurde nicht ausgeführt.

[2]) Eine im Wasserstoffstrom ausgeführte Trockensubstanzbestimmung der Stearinmasse ging der Elementaranalyse vorher, 0,233 Grm. nicht getrocknete Substanz gaben 0,225 Grm. Trockensubstanz.

hauptsächlich darauf an, mich erst mit der Methode vertraut zu machen. Das Resultat war gleich anfangs befriedigend. Es wurde im ersten Falle wie durch einen Wiederholungsversuch fast die nämliche Kohlensäuremenge erhalten, welche die Elementaranalyse verlangt. Am Schluss des Versuchs betrug der Verlust am Gesammtgewicht der Kerze plus dem Leuchter 0,122 Grm.; es mussten also 0,122 Grm. der Kerze verbrannt sein; diese entprechen aber 0,118 Grm. Trockensubstanz.

Der Titre ist für nachstehenden Versuch folgender:

30 Cbcm. der schwächeren Barytwasserlösung erfordern 28,03 Cbcm. der Oxalsäurelösung, diese aber entsprechen 0,03143 Grm. Kohlensäure[1]).

In den 3 Kölbchen waren 300 Cbcm. Barytwasser zur Absorption der Kerzenkohlensäure vorgeschlagen.

Diese 300 Cbcm. Barytwasser erfordern aber

vor dem Versuch	280,3 Cbcm.	Oxalsäure zur Sättigung	
nach dem »	10,0 »	»	
Es restiren:	270,3 Cbcm.	»	= 0,30308 Grm. CO_2.

100 Grm. Stearin würden somit 256,84 Grm. Kohlensäure liefern. Aus dem durch die Elementaranalyse gefundenen C-Gehalt des Stearin berechnet sich die Kohlensäuremenge, welche 100 Grm. Stearin liefern würden, nach folgender einfachen Gleichung:

$\frac{70,55 \times 22}{6}$ = 258,68 Grm. Kohlensäure. Die Differenz der

---

[1]) Da die Lösungen des Barythydrats, wie ich schon erwähnte, immer durch kohlensauren Baryt getrübt wurden und deshalb zu filtriren waren, schien bei der Darstellung jeder neuen Lösung eine Barytbestimmung in einem aliquoten, abgemessenen Theile derselben erforderlich. Im anderen Falle, wären die Barythydratlösungen frei von kohlensaurem Baryt gewesen und hat man die Lösungen nach Vorschrift bereitet, entspricht 1 Cbcm. Oxalsäure einem Mgrm. Kohlensäure. 10 Cbcm. der Barytwasserlösung mit Schwefelsäure versetzt, gaben 0,0553 Grm. BaO . SO_3 (Mittel aus 3 Bestimmungen) = 0,0362 Grm. Ba. Aus diesen Daten berechnet sich aber, wenn 30 Cbcm. des Barytwassers 28,03 Cbcm. der Oxalsäurelösung zur Sättigung erfordern, für die 28,03 Cbcm. der Oxalsäurelösung 0,03143 Grm. CO_2; 28,03 Cbcm. der Oxalsäurelösung entsprechen also 0,03143 Grm. CO_2. —

durch Versuch gefundenen und der aus dem durch die Elementaranalyse gefundenen C des Stearin berechneten Kohlensäuremenge beträgt somit 1,84 Grm. —

Eine Wiederholung des Versuchs lieferte folgende Resultate:

Das Anfangsgewicht der Kerze plus dem Leuchter betrug vor dem Versuch 0,1242 Grm. mehr als nach dem Versuch, somit sind 0,1242 Grm. Stearin verbrannt. Diese entsprechen 0,120 Grm. Trockensubstanz. Auch dieses Mal dauerte der Versuch nach Löschen der Kerze noch so lange, bis man gewiss sein konnte, sämmtliche im Kasten angehäufte Kohlensäure aus demselben in die Barytwasserkölbchen ausgetrieben zu haben. Der Luftverbrauch betrug dieses Mal $46^3/_4$ Liter, mehr als das Doppelte des vorigen Versuchs[1]).

Der Titre war 30 = 28,1 = 0,03151.

Es wurden in den 3 Kölbchen 300 Cbcm. Barytwasser vorgeschlagen.

Diese 300 Cbcm. Barytwasser erforderten vor dem Versuch
281 Cbcm. Oxalsäure » nach » »
7 » » Es restiren somit:

274 Cbcm. Oxalsäure = 0,30725 Grm. CO_2.

Auf 100 Grm. Stearin berechnet giebt dies 256,04 Grm. CO_2.

Die Elementaranalyse erfordert: 258,68 Grm.

Es ist dies eine Differenz von 2,64 Grm.

Das Mittel aus den Kohlensäurebestimmungen beider Versuche beträgt demnach 256,44 Grm. CO_2 und die Differenz dieser Zahl von der durch die Elementaranalyse gefundenen 258,68 somit 2,24. Es ist dieser Verlust an Kohlensäure erklärlich, wenn man die, wenn auch nur kurze, Zeit in Anschlag bringt, wo die Kerze angezündet wird, die Thür geschlossen und verkittet wird, ehe der Versuch seinen Anfang nimmt; es werden diese Manipulationen, noch so schnell aus-

---

1) Bei Controlversuchen wurde ein stärkerer Luftstrom durch den Apparat getrieben, es scheint aber die Stärke des Stroms keinen wesentlichen Einfluss auf die Kohlensäureausscheidung der Thiere auszuüben, wie auch im vorliegenden Versuche mit der Kerze kein Einfluss bemerkbar ist.

geführt, immer einen Zeitverlust und einen geringen Fehler durch Entweichen der Kerzenkohlensäure ins Zimmer, ehe die Thür luftdicht geschlossen ist, zur Folge haben. Bei Thierversuchen braucht der Versuch erst dann begonnen zu werden, sobald die Thür nach allen Seiten verkittet ist; beim Versuch mit der Kerze beginnt der Versuch mit dem Anzünden der Kerze.

Versuche an Thieren.

Vorausgeschickt mag werden, dass bei grösseren Thieren, auch bei solchen, bei denen ein Aufbewahren vielleicht schon von einem Tage zum andern nicht anzurathen gewesen wäre, von der für die Versuche bestimmten, 6stündigen Versuchszeit Abstand genommen werden musste, weil es zu befürchten stand, dass die Thiere eine halbtägige Versuchsdauer nicht aushalten würden. Doch sind auch diese kürzer währenden Versuche auf die Zeiteinheit von sechs Stunden zurückgeführt. Aus demselben Grunde konnten einzelne Versuche nicht wiederholt werden. Die Thiere krepirten, oder waren zu matt, um zu Wiederholungen von Versuchen verwendet werden zu können, ohne dass das Resultat getrübt worden wäre. —

Die Wägungen der Thiere geschahen grösstentheils auf einer grossen, zu physiologischen Arbeiten bestimmten Wage; dieselbe gestattete bei Belastung mit 2 Kilogr. noch eine bis auf 1 Decigr. genaue Wägung. Bei nur wenigen Thieren geschahen die Wägungen auf einer gut ziehenden Decimalwage, die noch für 0,1 Grm. empfindlich war. —

Die Versuche begannen sofort nach Einbringen der Thiere in den Respirationsraum, nachdem zuvor die Barytwasserkölbchen eingeschaltet waren und die Thür des Respirators verkittet war. Es wurden grösstentheils die Stunden von 9^h Morgens bis gegen 6^h Abends benutzt. Nur wenige Versuche fingen etwas früher an und nur einzelne dauerten über 6^h Abends hinaus. —

I. Theil.

Kohlensäureausscheidung verschiedener Thierspecies unter gleichen Bedingungen in der Zeiteinheit von 6 Stunden.

Säugethiere.

Es standen eine Zieselmaus, mehrere Hausmäuse (alt und jung), ein Maulwurf, eine junge Ratte, weisse Ratten (alt und jung), eine weisse Maus und eine Brandmaus zur Verfügung.

Es kam in allen Fällen das stärkere Barytwasser zur Kohlensäureabsorption, respective Titration zur Anwendung. —

Zieselmaus (Spermophilus citillus).

Das Thier erhielt ausser der Versuchszeit als Nahrung Hafer und täglich frisches Wasser. Während des Versuchs wurde keinem Thiere Nahrung verabreicht.

Versuchsdauer $^1/_2$ Stunde: von $10^h\ 24^m$ bis $10^h\ 54^m$ Morgens. Das Thier sass die ganze Zeit bewegungslos im Respirationsraum. An Luft strömten $11^1/_2$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 18° und 19° C. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 355 g., das Endgewicht 352 g., der Gewichtsverlust somit 3 g. (Kothentleerung während des Versuchs). Kohlensäureausscheidung während einer halben Stunde 0,2528 g., während 6 Stunden 3,0336 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6stündige Versuchsdauer 0,854 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs[1]. — Versuchsdauer $^1/_2$ Stunde: von $4^h\ 10^m$ bis $4^h\ 40^m$ Nachmittags. Verhalten des Thiers wie im vorigen Versuche. An Luft strömten 24 L. durch den Apparat. Zimmertemperatur 20° bis 21° C. Anfangsgewicht des Thieres 355 g., Endgewicht 351 g., Gewichtsverlust somit 4 g.

---

[1]) Die Wiederholungen der Versuche geschahen, wenn nicht ausdrücklich bemerkt ist, dass ein anderes Individuum zu dem Controlversuche diente, immer mit demselben Thiere; bei kleinern Thieren blieb die Anzahl derselben nicht immer die des ersten Versuchs, da das Material in der Zwischenzeit durch Sterben der Thiere decimirt wurde.

(Kothentleerung während des Versuchs) Kohlensäureausscheidung während einer halben Stunde 0,284 g., während 6 Stunden 3,408 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und für 6stündige Versuchsdauer 0,960 g. CO_2.

Dritte Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer ½ Stunde von 5^h 45^m — 6^h 15^m Nachmittags. Verhalten des Thieres wie bei den ersten Versuchen. An Luft strömten 9 L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 20° C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 355 g., das Endgewicht dasselbe. Kohlensäureausscheidung während einer halben Stunde 0,267 g., während 6 Stunden 3,204 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und für 6stündige Versuchsdauer 0,902 g. CO_2.

Mittel aus 3 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6stünd. Versuchsdauer 0,905 g. CO_2.

Maulwurf (Talpa europaea).

Das Thier wurde mehrere Stunden nach dem Einfangen in den Respirationsraum gebracht. Es wurde davon, das Thier während des Versuchs in ausgeglühtem Sande arbeiten zu lassen, Abstand genommen, da derselbe nicht gleich zur Hand war und der Versuch nicht aufgeschoben werden sollte, zumal mir schon 2 Maulwürfe von einem Tage zum andern krepirt waren.

Versuchsdauer 1 Stunde von 7^h 30^m bis 8^h 30^m Abends. Das Thier war in fortwährender Bewegung, es kratzte die ganze innere Verkittung des Kastens weg. (Die Beobachtung des Thieres geschah bei Licht.) An Luft strömten 25¼ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 16° C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 64,75 g., das Endgewicht 61,75 g., der Gewichtsverlust somit 3 g. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,175 g., während 6 Stunden 1,050 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und für 6stündige Versuchsdauer 1,621 g. CO_2.

Nach dem Versuch kam das Thier sofort in ein Gefäss mit Erde, in die es sich sogleich eingrub.

Wiederholung des Versuchs. — Das Thier hatte die Nacht überlebt. Nachdem es zuvor Engerlinge und Würmer gefressen hatte, kam es zum zweiten Mal in den Respirator.

Versuchsdauer 1 Stunde, von $10^h\ 43^m$ bis $11^h\ 43^m$ Morgens. Verhalten des Thieres wie beim ersten Versuch. Es schien als werde es von Milben geplagt. An Luft strömten $44^1/_2$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 16° C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 61,82 g., 0,07 g. mehr als die letzte Wägung betrug, das Endgewicht 60,82 g., der Gewichtsverlust somit 1 g. (Kothentleerung.)

Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,161 g., während 6 Stunden 0,966 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und für 6stündige Versuchsdauer 1,590 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6stündige Versuchsdauer 1,605 g. CO_2.

Kurz nach dem Versuch krepirte das Thier.

Hausmaus (Mus musculus), altes Thier.

Das Thier konnte erst einen Tag nach dem Fange in den Respirator gebracht werden.

Als Nahrung erhielt es ausser der Versuchsstunden Hafer und Rübenschnitte. Es wurde ferner für ein warmes Nest aus Watte gesorgt. Das Thier hatte am ersten Versuchstage, dieselbe Maus diente noch zu Versuchen mit farbigem Lichte und zu einem Nachtversuche, kein gar zu munteres Aussehen. Das Fell war rauh und nass. Im Respirator sass es eine Weile zitternd in einer Ecke, später erholte es sich, putzte sich, lief, sprang und kletterte in dem Respirator herum.

Versuchsdauer 1 Stunde, von $10^h\ 13^m$ bis $11^h\ 13^m$ Morgens. An Luft strömten 19 L. 375 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 13° C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 18,82 g., das Endgewicht dasselbe. (Harn- und Faecesentleerung.) Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,118 g., während 6 Stunden 0,708 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6stündige Versuchsdauer 3,761 g. CO_2.

Nach dem Versuch fiel das Thier gleich über das Fressen her.

Wiederholung des Versuchs. — Das Thier hatte ein viel muntereres, besseres Aussehen.

Versuchsdauer 1 Stunde, von 3 h 37 m bis 4 h 37 m Nachmittags. Während des Versuchs kauerte das Thier in einer Ecke. An Luft strömten 30 L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 13—14° C. Das Anfangs- und Endgewicht des Thieres betrug 18,82 g. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,125 g., während 6 Stunden 0,750 g.. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 3,985 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6 Stunden 3,873 g. CO_2.

Hausmaus (junges Thier).

Versuchsdauer 3 Stunden, 11 h 45 m Morgens bis 2 h 45 m Nachmittags. Das Thier war in beständiger Bewegung. An Luft strömten 28 L. 750 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 19° C. Das Anfangs- und Endgewicht des Thieres war 15 g. Kohlensäureausscheidung während 3 Stunden 0,311 g., während 6 Stunden 0,622 g. Es berechnet sich für 100 g. Thier und 6 Stunden 4,146 g. CO_2.

Junges Thier (anderes Individuum).

Wiederholung des Versuchs. — Der Versuch konnte mit demselben Thiere nicht wiederholt werden, da das Thier Tags darauf krepirte.

Versuchsdauer 1 Stunde, von 4 h 15 m bis 5 h 15 m Nachmittags. Das Thier war anfangs des Versuchs sehr eingeschüchtert und zitterte; später jedoch lief, kletterte und sprang es im Respirator herum. An Luft strömten 20 L. 125 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 13° C. Das Anfangsgewicht war 13,82 g., ebenso am Ende des Versuchs. (Kothentleerung.) Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,097 g., während 6 Stunden 0,582 g. Es berechnet sich für 100 g. Thier und 6 Stunden 4,211 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6 Stunden 4,173 g. CO_2.

Das Thier erhielt, wie auch die beiden ersten Mäuse, als Nahrung Hafer und Rübenschnitte.

Es war eine nochmalige Wiederholung des Versuchs mit diesem Thiere beabsichtigt. Das Thier war aber Tags darauf so sterbensmatt, dass davon Abstand genommen wurde; es wog nur noch 11,82 g., hatte also von einem Tage zum anderen 2 g. an Körpergewicht verloren, trotzdem ihm reichliche Nahrung vorgelegt war.

Ratte (Mus decumanus), junges Thier.

Als Futter erhielt das Thier Hafer, und frisches Wasser zum Saufen.

Versuchsdauer 1 Stunde, 3^h 25^m bis 4^h 25^m Nachmittags. Das Thier sass während des Versuchs in einer Ecke des Respirators. An Luft strömten 22 L. 125 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 16° C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 56 g., das Endgewicht 55 g., der Gewichtsverlust somit 1 g. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,258 g., während 6 Stunden 1,548 g. Es berechnet sich für 100 g. Thier und 6 Stunden demnach 2,585 g. CO_2.

Eine Wiederholung des Versuchs war nicht möglich, da das Thier bald nach dem Versuch krepirte.

Weisse Ratte, altes Thier (var. alba).

Das Thier war sehr zahm. Es erhielt Hafer und Rübenschnitte als Futter.

Versuchsdauer 1 Stunde, von 9^h 26^m bis 10^h 26^m Morgens. Erst drückte sich das Thier, wie dies schon mehrfach bei anderen Thieren beobachtet wurde, in eine Ecke des Respirators. Nachdem es sich erst das Fell geputzt hatte, lief es in dem Kasten auf und ab. Den während des Versuchs gelassenen Harn leckte es sofort wieder auf. An Luft strömten $15^1/_2$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 7° C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 81 g., das Endgewicht 80 g., der Gewichtsverlust somit 1 g. Kohlensäureausscheidung wäh-

rend einer Stunde 0,285 g., während 6 Stunden 1,710 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 2,111 g. CO_2.

Weisse Ratte (junges Thier).

Das Thier war mit dem alten zusammengesperrt und bekam das nämliche Futter. Es war ein äusserst zahmes, munteres Thierchen.

Versuchsdauer 1 Stunde, von 10^h 4^m bis 11^h 4^m Morgens. Während des Versuchs war das Thier in beständiger Bewegung. Es liess Koth. An Luft strömten 20½ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 7 und 8° C. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 22 g., es blieb nach dem Versuch dasselbe. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,133 g., während 6 Stunden 0,798 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 3,627 g. CO_2. Nach dem Versuch fiel das Thier sofort über sein Futter her; einige Tage nachher war es krepirt.

Weisse Maus (Mus musculus, var. alba).

Das Thier war mit der Brandmaus zusammengesperrt. Als Futter bekam es Hafer; es war ein völlig zahmes Thier. So lange ich dasselbe zu Versuchszwecken in Besitz hatte, kränkelte es, das Fell war rauh.

Versuchsdauer ½ Stunde, 9^h 20^m bis 9^h 50^m Morgens. Es lief, nachdem es sich erst geputzt hatte, beständig in dem Kasten hin und her. An Luft strömten 8 L. 750 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 7° C. Das Gewicht des Thieres, 13 g., blieb auch nach dem Versuch dasselbe. Kohlensäureausscheidung während einer halben Stunde 0,0578 g., während 6 Stunden 0,693 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 5,328 g. CO_2.

Brandmaus (Mus agrarius).

Das Thier war schon 6 Jahre in Gefangenschaft und in Folge davon wie die letzthin besprochenen Thiere sehr zahm.

Versuchsdauer 1 Stunde, von 2^h 33^m Nachmittags bis 3^h 33^m Nachmittags. Nachdem das Thier eine Zeit lang in einer

Ecke des Respirators gesessen hatte, kletterte es in demselben bis zur obern Decke. An Luft strömten $15^1/_2$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 8°C. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 22 g., das Endgewicht 21 g., der Gewichtsverlust 1 g. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,144 g., während 6 Stunden 0,864 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 3,927 g. CO_2.

Hausmaus (junges Thier. Anderes Individuum).

Zweite Wiederholung.

Versuchsdauer 1 Stunde, von 2^h 30^m bis 3^h 30^m. Es waren ein paar Brodkrumen in den Respirator gefallen; nachdem das Thier diese gefressen, suchte es nach weiterem Futter. Die längste Zeit sass es in einer Ecke und putzte sich und lief nur hin und wieder herum. An Luft strömten 19 L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 8°C. Das Gewicht des Thieres, 11 g., blieb am Schluss des Versuchs dasselbe. Kohlensäureausscheidung in einer Stunde 0,0867 g., während 6 Stunden 0,5202 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 4,729 g. CO_2. Das Thier fiel nach dem Versuch sofort über sein Futter her: es sollte von jetzt ab nur animalische Nahrung verabreicht werden, um den Einfluss derselben auf die Kohlensäureausscheidung des Thieres durch Versuche zu ermitteln. Der Versuch missglückte; das Thier frass nur wenig vom Speck und liess das Eiweiss und Eigelb unberührt; es suchte nach anderem Futter. Den andern Morgen war es krepirt. — Ein zweiter dahin zielender Versuch fiel nicht günstiger aus. — Der Leib der todten Thiere war stark aufgetrieben.

Vögel.

Als Versuchsmaterial diente ein Kanarienvogelweibchen, 2 männliche Sperlinge, ein Sperlingweibchen.

Bei diesen Versuchen kam auch nur ein stärkeres Barytwasser zur Anwendung.

Kanarienvogelweibchen (Fringilla canaria).

Es war ein sehr zahmes Thier, das zum Versuch diente. Sein tägliches Futter war gequetschter Hanf.

Versuchsdauer 2 Stunden, 9^h 40^m bis 11^h 40^m Morgens. Während des Versuchs sprang das Thier in dem Respirator herum und liess auch zeitweise sein Piepen hören. An Luft strömten 23³/₄ L. durch den Apparat; die Temperatur schwankte zwischen 16 und 17° C. Das Anfangsgewicht des Thieres, 17 g., blieb dasselbe nach dem Versuche. Kohlensäureausscheidung während 2 Stunden 0,304 g., während 6 Stunden 0,912 g. Es berechnet sich auf 100 g. Thier und 6 Stunden demnach 5,305 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 1 Stunde, von 2^h 40^m bis 3^h 40^m Nachmittags. An Luft strömten 13³/₄ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 17° C. Das Gewicht des Thieres, 17 g., erhielt am Schluss des Versuchs keine Aenderung. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,159 g., während 6 Stunden 0,954 g. Es berechnet sich auf 100 g. Thier und 6 Stunden demnach 5,611 g. CO_2.

Mittel aus zwei Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6 Stunden 5,458 g. CO_2.

Sperling (Passer domesticus), männliches Thier.

Das Thier war zugleich mit einem Weibchen eingefangen. Die Thiere kamen in dasselbe Bauer; sie erhielten Hafer und frisches Wasser.

Versuchsdauer 1 Stunde, von 9^h 58^m bis 10^h 58^m Morgens. Zu Anfang des Versuchs hüpfte das Thier munter im Respirator herum, piepte und putzte sich, bald aber sträubte es die Federn, schüttelte sich, steckte den Kopf unter die Flügel und kauerte sich in eine Ecke. An Luft strömten 29³/₄ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 14 und 15° C. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 25 g., das Endgewicht 24 g., der Gewichtsverlust somit 1 g. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,194 g., während 6 Stunden 0,776 g.

Es. berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 4,656 g. CO_2.

Nach dem Versuch kam der Sperling wieder mit dem Weibchen in ein Bauer. Nachmittags wurde er todt im Bauer gefunden; herumliegende Federn schienen auf einen Kampf hinzudeuten, das Weibchen sass auf ihm.

Wiederholung des Versuchs. — Anderes Individuum (Männchen). — Versuchsdauer 1 Stunde, von 9^h 57^m bis 10^h 57^m Morgens. Das Thier war während des Versuchs äusserst lebhaft. An Luft strömten 19 L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 10° C. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 26 g., das Endgewicht 25 g., der Gewichtsverlust somit 1 g. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,203 g., während 6 Stunden 1,218 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 4,684 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6 Stunden 4,670 g. CO_2.

Nach dem Versuch ging der Sperling sofort ans Futter. Er erhielt Hafer, etwas Eigelb und Wasser zum Saufen. Das Thier lebte noch mehrere Tage nach dem Versuch.

Sperlingweibchen.

Versuchsdauer $\frac{1}{2}$ Stunde, von 3^h 45^m bis 4^h 15^m Nachmittags. Das Thier hüpfte während der Versuchszeit im Respirator herum. An Luft strömten $13\frac{3}{4}$ L. durch den Apparat. Die Temperatur schwankte zwischen 15—16° C. Das Gewicht des Thieres, 23 g., blieb am Schluss des Versuchs dasselbe. Kohlensäureausscheidung während einer halben Stunde 0,0844 g., während 6 Stunden 1,0128 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 4,403 g. CO_2. Den folgenden Tag war das Thier krepirt.

Fische.

Ausser jungen Karpfen, diesjähriger Strich, war kein weiteres Untersuchungsmaterial zu erlangen. Es kam zur Absorption der CO_2 und Titration das schwächere Barytwasser in Anwendung.

Karpfen (Cyprinus carpio), junge Thiere.

Die jungen Fische wurden aus einem kleinen Tümpel in einen grösseren Teich versetzt. Ich war selbst bei dem Ausschöpfen des Tümpels zugegen, und gelangte so das Material ganz frisch in meine Hände. Die Thiere wurden sofort nach dem Fange in den Respirator gebracht [1].

Versuchsdauer 2^h 22^m bis 3^h 22^m Nachmittags, 1 Stunde. Die Thiere hielten sich abwechselnd bald an der Oberfläche des Wassers, bald unter Wasser auf. An Luft strömten $19^1/_4$ L. durch den Apparat. Die Temperatur der Luft betrug 11 ° C., die des Wassers 14 ° C. Das Gewicht von 5 Thieren war 60 g., auch nach dem Versuch. Kohlensäureausscheidung an die Luft während einer Stunde 0,014 g., während 6 Stunden 0,084 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und 6 Stunden 0,140 g. an die Luft ausgeschiedene CO_2.

Kohlensäureausscheidung an das Wasser während einer Stunde 0,011 g., während 6 Stunden 0,066 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und 6 Stunden 0,11 g. an das Wasser ausgeschiedene CO_2. Die Gesammtkohlensäure für 100 g. Thier und 6 Stunden beträgt sonach 0,25 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Da die Thiere sofort nach dem ersten Versuch wieder in ein sauerstoffreiches Wasser kamen, konnten sie noch zu einem zweiten Versuch benutzt werden. Versuchsdauer 1 Stunde, 9^h 22^m bis 10^h 22^m. An

[1]) Bei im Wasser lebenden Thieren musste das Titrationsverfahren eine kleine Abänderung erfahren, da die Thiere nur einen Theil der ausgeathmeten CO_2 an die Luft abgeben; ein Theil derselben wird von dem die Thiere umgebenden Wasser zurückgehalten. Es mussten aus diesem Grunde die Thiere in ein vorher abzumessendes Volumen destillirten Wassers gebracht werden; ein aliquoter Theil (30 Cbcm.) dieser abgemessenen Menge wurde dann vor dem Versuche mit der gleichen Menge der Barytwasserlösung versetzt und mit der Normaloxalsäurelösung titrirt. Nach dem Versuche wurde wieder ein Theil (30 Cbcm.) des Wassers mit der gleichen Menge der Barytwasserlösung versetzt und ebenfalls mit Oxalsäure titrirt. Auf diese Weise findet man die an das Wasser ausgeschiedene CO_2, die mit der an die Luft abgegebenen CO_2 zusammen die in einer bestimmten Zeiteinheit ausgeschiedene Gesammtkohlensäure des Thieres repräsentiren muss.

Luft strömten $27^{1}/_{2}$ L. durch den Apparat. Die Temperatur der Luft schwankte zwischen 9 und 10° C., die des Wassers zwischen 12 und 13° C. Das Gewicht von 5 Thieren, 59 g., blieb am Schluss des Versuchs dasselbe[1]. Kohlensäureausscheidung an die Luft in einer Stunde 0,012 g., in 6 Stunden 0,072 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,122 g. an die Luft ausgeschiedene CO_2. Kohlensäureausscheidung an das Wasser während einer Stunde 0,005 g., während 6 Stunden 0,030 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,050 g. an das Wasser ausgeschiedene CO_2. Die Gesammtkohlensäure für 100 g. Thier und 6 Stunden beträgt sonach 0,172 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,211 g. Gesammtkohlensäure. Verhalten der Thiere: Sie blieben meist unter Wasser.

Amphibien.

Es wurden ein Laubfrosch (Hyla viridis), ein Frosch (Rana temporaria), altes Thier, junge Thiere derselben Species, eine Kröte (Bufo variabilis), altes Thier, junge Thiere derselben Species, eine Kröte anderer Species (Bufo cinereus), altes Thier, junge Thiere und eine junge Eidechse (Lacerta agilis) zur Untersuchung verwendet. In allen Fällen reichte das schwächere Barytwasser aus und wurde zur Kohlensäureabsorption und Titration benutzt.

Laubfrosch (Hyla viridis).

Das Thier erhielt ausser den Versuchsstunden ab und zu Fliegen. Da das Thier sich frei im Zimmer bewegen konnte,

---

[1] Hätte eine Gewichtsabnahme der Thiere stattgehabt, hätte erst durch einen Versuch controlirt werden müssen, wieviel an diesem Gewichtsverluste dem während des Versuchs verdunstenden Wasser zuzurechnen sei, da die Thiere mit dem Gefäss plus dem Wasser gewogen wurden. Bei der nur verhältnissmässig kurzen Versuchsdauer war durch die Wage weder ein Gewichtsverlust der Thiere, noch des sie umgebenden Wassers nachweisbar.

hat es sicher noch weitere Nahrung, wenn auch wohl keine ausreichende, gefunden.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h 15^m Morgens bis 4^h 15^m Nachmittags. Das Thier sass die ganze Zeit über in einer Ecke des Respirators. An Luft strömten 4$^1/_2$ L. durch den Apparat. Es war versäumt worden die Temperatur zu notiren. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 12,68 g., das Endgewicht 12,21 g., der Gewichtsverlust somit 0,47 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,033 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,268 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 6 Stunden, von 9^h 35^m Morgens bis 3^h 35^m Nachmittags. Verhalten des Thieres dasselbe wie im vorigen Versuch. An Luft strömten 62 L. 625 Cbcm. durch den Apparat. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 12,84 g., das Endgewicht 11,61 g., der Gewichtsverlust also 1,23 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0257 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und 6 Stunden 0,200 g. CO_2.

Zweite Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 6 Stunden, von 9^h 45^m Morgens bis 3^h 45^m Nachmittags. Verhalten des Thieres wie das der beiden ersten Versuche. An Luft strömten 34 L. 750 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 21° C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 11,63 g., das Endgewicht 10,68 g., der Gewichtsverlust somit 0,95 g. (Harnentleerung.)

Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0237 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und 6 Stunden 0,203 g. CO_2.

Mittel aus 3 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,223 CO_2.

Frosch (Rana temporaria), altes Thier.

Versuchsdauer 6 Stunden, 9^h 43^m Morgens bis 3^h 45^m Nachmittags. An Luft strömten 65$^3/_4$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 19 bis 20° C. Gewicht des Thieres vor dem Versuch 13,87 g. Nach dem Versuch war das Thier unter einen Schrank gehüpft, nach mehreren

Tagen wurde es todt im Zimmer gefunden. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0296 g. Es berechnet sich für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,213 g. CO_2.

Junge Thiere dieselbe Species.

Versuchsdauer 6 Stunden, 10^h 12^m Morgens bis 4^h 12^m Nachmittags. Die Thiere sassen während des Versuchs übereinander in einer Ecke. An Luft strömten $49\frac{1}{2}$ L. durch den Apparat. Die Temperatur schwankte zwischen 19 und 20° C. Das Anfangsgewicht von 4 Thieren betrug 5,04 g., das Endgewicht 4,40 g., es hatte somit ein Gewichtsverlust von 0,64 g. stattgefunden. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0392 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,765 g. CO_2.

Kröte (Bufo variabilis), altes Thier.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h 20^m Morgens bis 4^h 20^m Nachmittags. Ueber das Verhalten des Thieres während der Versuchszeit ist dasselbe wie bei den oben besprochenen Amphibien anzuführen, dass das Thier die längste Zeit auf einer Stelle sass und nur gegen den Schluss des Versuchs träge in dem Respirationsraum herumkroch. An Luft strömten 78 L. 250 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 19° C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 16,30 g., das Endgewicht 15,77 g., der Gewichtsverlust somit 0,53 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,040 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,245 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 6 Stunden, von 1^h 20^m bis 7^h 20^m. An Luft strömten 40 L. 250 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 20 und 21° C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 14,59 g., das Endgewicht 14,02 g., der Gewichtsverlust 0,57 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0404 g. Es beberechnet sich demnach für 100 g. Thier und für 6 Stunden 0,276 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,260 g. CO_2.

Am folgenden Tage war das Thier krepirt.

Junges Thier, dieselbe Species.

Das Thier hatte weder in der Vor- noch in der Zwischenzeit der Versuche irgend welche Nahrung zu sich genommen.

Versuchsdauer 6 Stunden, $10^{h}\ 48^{m}$ Morgens bis $4^{h}\ 48^{m}$ Nachmittags. Anfangs kroch das Thier an den Wänden des Respirators her, später sass es bis zum Schluss des Versuchs in eine Ecke gekauert. Es war nach beendigtem Versuch sehr matt. An Luft strömten 57 L. 125 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 15 bis 16° C. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 3,41 g., das Endgewicht 3,14 g., Gewichtsverlust somit 0,27 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,034 g. Es berechnet sich für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,997 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Das Thier hatte sich in der Zeit gehäutet, trotzdem hatte es seit dem letzten Versuche und ohne dass es Nahrung zu sich genommen hatte, um 0,97 g. zugenommen.

Versuchsdauer 6 Stunden, von $9^{h}\ 32^{m}$ Morgens bis $3^{h}\ 32^{m}$ Nachmittags. Verhalten des Thieres während des Versuchs wie im vorigen Falle. An Luft strömten 30 L. 625 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 19 bis 20° C. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 4,11 g., das Endgewicht 3,92 g., der Gewichtsverlust somit 0,19 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0353 gr. Es berechnet sich für 100 g. Thier und 6 Stunden sonach 0,858 g. CO_2.

Zweite Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 6 Stunden, von $10^{h}\ 40^{m}$ Morgens bis $3^{h}\ 40^{m}$ Nachmittags. Verhalten des Thieres das der früheren Versuche. An Luft strömten $33^{3}/_{4}$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 20° C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 3,46 g., das Endgewicht 3,30 g., der Gewichtsverlust somit 0,16 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0302 g. Es berechnet sich für 100 g. Thier und 6 Stunden demnach 0,872 g. CO_2.

Mittel aus 3 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,909 g. CO_2.

Kröte (Bufo cinereus), altes Thier.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 11^h 15^m Morgens bis 5^h 15^m Nachmittags. Das Thier sass bewegungslos in einer Ecke. An Luft strömten 51½ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 14 und 15°C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 50 g., nach Schluss des Versuchs keine Gewichtsabnahme trotz Harnentleerung. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,106 g. Es berechnet sich für 100 g. Thier 0,212 g. CO_2 für 6stündige Versuchsdauer.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 6 Stunden, von 9^h 45^m bis 3^h 45^m. Verhalten des Thieres während des Versuchs wie im ersten Falle. An Luft strömten 33 L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 13 und 14°C. Das Anfangsgewicht des Thieres, 48 g., blieb nach Schluss des Versuches dasselbe. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0923 g. Es berechnet sich für 100 g. Thier und 6 Stunden demnach 0,192 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,202 g. CO_2.

Bufo cinereus (junge Thiere).

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h 3^m bis 4^h 3^m. Anfangs des Versuchs krochen die Thiere herum, die längste Zeit sassen sie aber in einer Ecke, am Schluss waren sie sehr matt. An Luft strömten 76¾ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 19°C. Das Anfangsgewicht der 3 Versuchsthiere war 5,41 g., das Endgewicht 2,1 g., der nicht unerhebliche Gewichtsverlust somit 3,21 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0443 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,818 g. CO_2.

Eidechse (Lacerta agilis), junges Thier.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h Morgens bis 4^h Nachmittags. Die erste Zeit kroch das Thier an den Wänden des Respirators herum, später sass es in eine Ecke gedrückt. An

Luft strömten 68 L. 750 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 17 und 18°C. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 0,86 g., das Endgewicht 0,82 g., der Gewichtsverlust somit 0,04 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0154 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 1,790 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h 5^m Morgens bis 4^h 5^m Nachmittags. Verhalten des Thieres wie das im vorhergehenden Versuch. An Luft strömten 34½ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte von 19 bis 20°C. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 0,73 g., das Endgewicht 0,72 g., der Gewichtsverlust somit 0,01 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0136 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 1,863 g. CO_2.

Zweite Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h 6^m Morgens bis 4^h 6^m Nachmittags. Verhalten des Thieres wie in den beiden ersten Versuchen. An Luft strömten 59½ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 18°C. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 0,81 g., das Endgewicht 0,80 g., der Gewichtsverlust somit 0,01 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0159 g. Es berechnet sich sonach für 100 g. Thier und 6 Stunden 1,952 g. CO_2.

Mittel aus 3 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6 Stunden 1,871 g. CO_2.

Insekten.

Käfer; Käferlarven.

Zu Versuchen dienten eine Anzahl Mistkäfer, ein Laufkäfer, Engerlinge.

Mistkäfer (Geotrupes vernalis).

Die Thiere wurden auf einem grossen Pilze gefunden, den sie schon zur Hälfte zerfressen hatten; sie wurden ausser der Versuchszeit auf demselben belassen.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h 35^m Morgens bis 4^h 35^m Nachmittags. Die Thiere befanden sich in beständiger Bewegung. An Luft strömten 50 L. durch den Apparat. Temperatur nicht notirt. Das Anfangsgewicht der Thiere, 23 Stück, betrug 7,64 g., das Endgewicht 7,50 g., der Gewichtsverlust somit 0,14 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,052 g. 100 g. Thier geben also 0,680 g. CO_2 in einer Zeitdauer von 6 Stunden.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 6 Stunden, von 3^h 17^m Nachmittags bis 9^h 17^m Abends. Verhalten der Thiere wie das im vorigen Versuche. An Luft strömten 28 L. 250 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 20 bis 21 °C. Das Anfangsgewicht von 7 Thieren, 2,14 g., ging auf 2,11 g. am Schluss des Versuchs herab, der Gewichtsverlust betrug somit 0,03 g., Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,01447 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und 6 Stunden 0,676 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: auf 100 g. Thier und 6 Stunden 0,678 g. CO_2.

Laufkäfer (Carabus).

Da die Nahrung des Thieres unbekannt war, erhielt dasselbe während seiner Gefangenschaft keine Nahrung.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h 17^m bis 4^h 17^m. Das Thier kroch in der ersten Versuchsstunde in dem Respirator herum; kam es an eine Wand desselben, so fiel es auf den Rücken; um wieder auf die Füsse zu kommen, bedurfte es grosser Kraftaufwendung. Die übrigen 5 Stunden sass es in einer Ecke. An Luft strömten 47 L. 350 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 15 bis 16 °C. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 1,64 g., das Endgewicht 1,63 g., der Gewichtsverlust somit 0,01 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0161 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,981 g. CO_2.

Engerlinge.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 11^h 55^m Morgens bis 5^h 55^m Nachmittags. An Luft strömten $43^3/_4$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 17° C. Das Anfangsgewicht der 4 Thiere war 8,27 g., das Endgewicht 8,16 g., der Gewichtsverlust somit 0,11 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0476 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und 6 Stunden 0,575 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h 6^m bis 4^h 6^m. An Luft strömten $69^3/_4$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 16 bis 17° C. Das Anfangsgewicht der 4 Versuchsthiere betrug 8,08 g., das Endgewicht 8,00 g., der Gewichtsverlust somit 0,08 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0493 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,610 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,592 g. CO_2.

Schmetterlinge, Raupen und Puppen.

Als Versuchsmaterial diente ein Tagfalter (Fuchs), Raupen vom Kohlweissling, unausgewachsene und ausgewachsene Thiere, Raupe und Puppe vom Ligusterschwärmer, eine Raupe vom Weidenbohrer, 2 Bärenraupen.

Fuchs (Vanessa polychloros).

Versuchsdauer 6 Stunden, von 8^h 36^m bis 2^h 36^m. Das Thier sass die ganze Zeit bewegungslos an derselben Stelle. An Luft strömten 52 L. 625 Cbcm. durch den Apparat. Die Temperatur des Zimmers betrug 20° C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 0,18 g., das Endgewicht 0,16 g., der Gewichtsverlust somit 0,02 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0016 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,888 g. CO_2.

Kohlweissling (Pieris Brassicae), unausgewachsene Raupen.

Die Raupen erhielten ausser der Versuchszeit Kohlblätter, während der Dauer des Versuchs keine Nahrung.

Versuchsdauer 6 Stunden, von $10^h\ 40^m$ bis $4^h\ 40^m$. Die Raupen krochen in einem, mit die Luft durchlassendem Zeuge überspannten Becherglase herum. An Luft strömten $58\frac{3}{4}$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 15 und 16° C. Das Anfangsgewicht von 64 Stück betrug 5,39 g., das Endgewicht 5,22 g., der Gewichtsverlust somit 0,17 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0381 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,706 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs (erwachsene Thiere). — Es wurden zu dem Versuch 10 der früheren benutzt. Sie waren vom 26. August bis zum 7. September mit Kohlblättern gefüttert. Die Thiere waren vollkommen ausgewachsen.

Versuchsdauer 6 Stunden, von $10^h\ 17^m$ Morgens bis $4^h\ 17^m$ Nachmittags. Verhalten der Thiere während des Versuchs dasselbe. An Luft strömten 32 L. 375 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 18° C. Das Anfangsgewicht der 10 Thiere betrug 3,02 g., das Endgewicht 3,00 g., der Gewichtsverlust somit 0,02 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0205 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und 6 Stunden 0,678 g. CO_2.

Ligusterschwärmer (Sphinx Ligustri). Raupe.

Versuchsdauer 6 Stunden, von $3^h\ 16^m$ Nachmittags bis $9^h\ 16^m$ Abends. Die Raupe kroch frei im Respirator herum. An Luft strömten 39 L. 750 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 21° C. Das Anfangsgewicht war 5,47 g., das Endgewicht 5,36 g., der Gewichtsverlust somit 0,11 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,07231 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 1,321 g. CO_2.

Das Thier hatte während des Versuchs Koth entleert.

Ligusterschwärmer (Puppe).

Die zum vorigen Versuch benutzte Raupe verpuppte sich. Die Puppe wurde zu den folgenden Versuchen verwendet.

Versuchsdauer des ersten Versuchs 6 Stunden, von $11^h\ 53^m$ Morgens bis $5^h\ 53^m$ Nachmittags. An Luft strömten 55 L. 250 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 19 und 20°C. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 3,87 g., das Endgewicht 3,86 g., der Gewichtsverlust somit 0,01 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0307 g. Es berechnet sich sonach für 100 g. Thier und 6 Stunden, 0,793 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 6 Stunden, von $9^h\ 30^m$ Morgens bis $3^h\ 30^m$ Nachmittags. An Luft strömten $30^1/_2$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 19°C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 3,71 g., das Endgewicht 3,70 g., der Gewichtsverlust somit 0,01 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0285 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und 6 Stunden 0,768 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: 0,780 g. CO_2.

Weidenbohrer (Cossus ligniperda), Raupe im Einspinnen begriffen.

Das Thier nahm gleich anfangs seiner Gefangenschaft kein Futter mehr und fing sich sehr bald einzuspinnen an. Das Thier wurde, in dem Gespinnst belassen, in den Respirator gebracht.

Versuchsdauer sechs Stunden, $1^h\ 17^m$ Morgens bis $4^h\ 17^m$ Nachmittags. An Luft strömten $33^1/_4$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 18 bis 19°C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 4,89 g., das Endgewicht 4,87 g. der Gewichtsverlust 0,02 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0262 g. Es berechnet sich sonach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,535 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 6 Stunden, von $10^h\ 26^m$ Morgens bis $4^h\ 26^m$ Nachmittags. An

Luft strömten 66 L. 375 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 19°C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 4,75 g., am Schluss des Versuchs blieb das Gewicht dasselbe. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0239 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,503 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,519 g. CO_2.

Bär (Euprepia caja), Raupe.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 9 h 11 m Morgens bis 3 h 11 m Nachmittags. Das Thier konnte sich frei im Respirator bewegen. An Luft strömten 55¼ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 18 bis 19°C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 1,50 g., es blieb am Schluss des Versuchs dasselbe. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0136 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,906 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. (Anderes Individuum.) — Versuchsdauer 6 Stunden, von 9 h 28 m Morgens bis 3 h 28 m Nachmittags. Luftverbrauch 41 L. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 14 und 15°C. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 2,58 g., das Endgewicht 2,57 g., der Gewichtsverlust somit 0,01 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0211 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,817 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,861 g. CO_2.

Grashüpfer (Locusta).

Als Nahrung erhielten die Thiere täglich frisches Gras, während des Versuchs keine Nahrung.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10 h 30 m Morgens bis 4 h 30 m Nachmittags. Die Thiere sassen in einem, mit die Luft durchlassendem Zeuge überdeckten Becherglase beisammen. Sie krochen in demselben herum, waren aber durch den engen

Raum gehindert, die ihnen eigene, hüpfende Bewegung ausführen zu können. An Luft strömten 68 L. durch den Apparat. Zimmertemperatur war nicht notirt. Das Anfangsgewicht von 38 Stück betrug 6,94 g., das Endgewicht 6,66 g., der Gewichtsverlust somit 0,28 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,033 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,475 g. CO_2.

Grashüpfer, 2 Thiere, andere Species.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h 10^m Morgens bis 4^h 10^m Nachmittags. An Luft strömten $55^3/_4$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 18 bis 19° C. Das Anfangsgewicht der 2 Thiere betrug 1,57 g., das Endgewicht 1,54 g., der Gewichtsverlust somit 0,03 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,00695 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,442 g. CO_2. Den Thieren war freie Bewegung gestattet, sie blieben aber während des ganzen Versuchs auf derselben Stelle sitzen.

Grashüpfer, andere Species (Locusta viridissima).

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h 30^m Morgens bis 4^h 30^m Nachmittags. Luftverbrauch 54 L. Die Zimmertemperatur betrug 16° C. Das Anfangsgewicht des Thieres betrug 1,97 g., das Endgewicht 1,95 g., der Gewichtsverlust somit 0,02 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0117 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,593 g. CO_2.

Grylle (Gryllus campestris).

Die Thiere erhielten während ihrer Gefangenschaft keine Nahrung.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h 24^m Morgens bis 4^h 24^m Nachmittags. Die Thiere sassen die ganze Zeit des Versuchs bewegungslos. An Luft strömten 72 L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 16 und 17° C. Das Anfangsgewicht von 6 Thieren war 0,95 g., das Endge-

wicht 0,93 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,01289 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und für 6 Stunden 1,356 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 6 Stunden, von 9 h 44 m Morgens bis 4 h 44 m Nachmittags. Verhalten der Thiere wie im vorigen Versuch, nach dem Schluss des Versuchs waren nur noch 2 völlig munter, 3 sehr matt, 1 todt. An Luft strömten 34 L. durch den Apparat. Die Temperatur schwankte von 17 bis 19° C. Das Anfangsgewicht der 6 Thiere betrug 0,89 g., das Endgewicht 0,88 g., der Gewichtsverlust somit 0,01 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0157 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 1,764 g. CO_2.

Zweite Wiederholung des Versuchs. — Andere Individuen. — Es kamen zu diesem Versuch 11 neue Thiere in Anwendung.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10 h 55 m Morgens bis 4 h 55 m Nachmittags. Die Thiere waren in beständiger Bewegung; 1 krepirte während des Versuchs. An Luft strömten 62$^3/_4$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 17 und 18° C. Das Anfangsgewicht der 11 Thiere betrug 3,87 g., das Endgewicht 3,77 g., der Gewichtsverlust somit 0,10 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0398 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 1,028 g. CO_2.

Mittel aus 3 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6 Stunden 1,382 g. CO_2.

Blattwanze (Pentatoma).

Während der beiden Versuche erhielten die Thiere keine Nahrung, ausser den Versuchsstunden erhielten sie Blumenkohlblätter, auf denen sie gefunden waren.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10 h 34 m Morgens bis 4 h 34 m Nachmittags. Die Thiere sassen meist bewegungslos im Becherglase, erst am Schluss des Versuchs krochen sie in diesem herum. An Luft strömten 76 L. 875 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 17 und

18° C. Das Anfangsgewicht von 10 Thieren betrug 0,54 g., das Endgewicht 0,52 g., der Gewichtsverlust somit 0,02 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0078 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 1,444 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 6 Stunden, von 11^h 17^m Morgens bis 5^h 17^m Nachmittags. Verhalten der Thiere das des vorigen Versuchs. An Luft strömten 43 L. durch den Apparat. Die Temperatur schwankte zwischen 20 und 21° C. Das Anfangsgewicht von 12 Thieren (10 vom vorigen Versuch und 2 neue) betrug 0,64 g., das Endgewicht 0,62 g., der Gewichtsverlust somit 0,02 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0071 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 1,109 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6 Stunden 1,276 g. CO_2.

Schnecken.

Landschnecken.

Ausser der Weinbergschnecke stand keine weitere Species zur Verfügung.

Weinbergschnecke (Helix pomatia).

Die Thiere wurden in feuchtem Moose gehalten.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h 8^m Morgens bis 4^h 8^m Nachmittags. An Luft strömten 72 L. 750 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur war nicht notirt. Das Anfangsgewicht der 6 Thiere betrug 132,33 g., das Endgewicht 129,05 g., der Gewichtsverlust somit 3,28 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,1211 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,091 g. CO_2. Während des Versuchs krochen die Thiere an den Wänden des Respirators herum.

Wiederholung des Versuchs. — Es lagen 7 Tage zwischen dem ersten und zweiten Versuch.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h 17^m Morgens bis 4^h 17^m Nachmittags. Die Thiere blieben die grösste Zeit in ihre Häuser zurückgezogen. An Luft strömten 62 L. 125 Cbcm. durch den Apparat. Die Temperatur des Zimmers betrug 16° C. Seit der letzten Wägung war das Gewicht der Thiere bedeutend herabgegangen. Das Anfangsgewicht der 6 Thiere im zweiten Versuch war nur noch 118,01 g., das Endgewicht 116,60 g., der Gewichtsverlust somit während des Versuchs 1,41 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0644 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,054 g. CO_2.

Die grössere Differenz der in 6 Stunden ausgeschiedenen Kohlensäuremenge der Thiere bei den sonst ganz nach derselben Methode ausgeführten Versuchen hat wohl ihre Ursache in der längeren Zeit, die zwischen den einzelnen Versuchen lag.

Das Mittel der Kohlensäuremengen für 100 g. Thier und 6 Stunden würde 0,072 g. betragen.

Sumpfschnecken.

Es kamen folgende 3 Species zur Untersuchung:

Limnaea stagnalis.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h 32^m Morgens bis 4^h 32^m Nachmittags. Die Thiere hielten sich an der Oberfläche des Wassers auf. An Luft strömte $66^3/_4$ L. durch den Apparat. Die Temperatur schwankte zwischen 16 und 17° C. Das Anfangsgewicht der 9 Thiere betrug 87,04 g., das Endgewicht 88,17 g. Es hat anscheinend eine Gewichtszunahme stattgefunden. Dieselbe hat darin ihren Grund, dass die Thiere sich voll Wasser gesogen haben. Kohlensäureausscheidung an die Luft während 6 Stunden 0,039 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,044 g. an die Luft ausgeschiedene CO_2.

Kohlensäureausscheidung an das Wasser während 6 Stunden 0,0343 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und 6 Stunden 0,039 g. an das Wasser ausgeschiedene CO_2. Die Gesammtkohlensäure für 100 g. Thier und 6 Stunden beträgt demnach 0,083 g.

Planorbis cornas.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h 24^m bis 4^h 24^m Nachmittags. Verhalten der Thiere wie im vorigen Versuch. An Luft strömten 53½ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 15° C. Das Anfangsgewicht von 4 Thieren betrug 24,92 g., das Endgewicht 25,44 g. Die Gewichtszunahme nur eine scheinbare, sie hat den nämlichen Grund wie beim vorhergehenden Versuche. Kohlensäureausscheidung an die Luft während 6 Stunden 0,0159 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,064 g. an die Luft ausgeschiedene CO_2.

Kohlensäureausscheidung an das Wasser während 6 Stunden 0,0017 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und 6 Stunden 0,006 g. an das Wasser ausgeschiedene CO_2.

Die Gesammtkohlensäure für 100 g. Thier und 6 Stunden beträgt demnach 0,070 g.

Paludina vivipara.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 9^h 10^m bis 3^h 10^m. Verhalten der Thiere das umgekehrte, wie das der früheren Versuche. Die Thiere blieben auf dem Boden des Gefässes. An Luft strömten 62½ L. durch den Apparat. Die Temperatur schwankte von 15 bis 16° C. Das Anfangsgewicht von 2 Thieren betrug 12,99 g., das Endgewicht 13,22 g. Es hatte auch hier wieder eine anscheinende Gewichtszunahme stattgefunden. Kohlensäureausscheidung an die Luft während 6 Stunden 0,0182 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,140 g. an die Luft ausgeschiedene CO_2.

Kohlensäureausscheidung an das Wasser während 6 Stunden 0,00053 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,027 g. an das Wasser ausgeschiedene CO_2.

Die Gesammtkohlensäure für 100 g. Thier und 6 Stunden beträgt demnach 0,167 g.

Würmer.

Regenwurm (Lumbricus).

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10 h 37 m Morgens bis 4 h 37 m Nachmittags. Die Thiere krochen Anfangs herum, blieben aber bald matt auf derselben Stelle liegen. Die Thiere waren vor dem Versuch in feuchter Erde aufbewahrt. Es war versäumt worden, den Thieren eine ausgeglühte und mit Salzsäure ausgezogene Erde, die mit kohlensäurefreiem destillirten Wasser angefeuchtet gewesen wäre, während des Versuchs zu beschaffen. An Luft strömten $76^1/_4$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 18 und 19° C. Das Anfangsgewicht von 11 Thieren betrug 9,57 g., das Endgewicht 8,30 g., der Gewichtsverlust somit 1,27 g. Kohlensäureausscheidung während 6 Stunden 0,0341 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,356 g. CO_2.

Blutegel (Sanguisuga officinalis), frisch.

Zu dem ersten Versuch kamen 6 frische Blutegel zur Verwendung.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10 h 10 m Morgens bis 4 h 10 m Nachmittags. Die Thiere hielten sich meist auf dem Boden des Gefässes auf. An Luft strömten 73 L. durch den Apparat. Die Temperatur des Zimmers betrug 19° C. Das Anfangsgewicht der 6 Thiere betrug 8,85 g., das Endgewicht 8,67 g., der Gewichtsverlust somit 0,18 g. Kohlensäureausscheidung an die Luft während 6 Stunden 0,0358 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,404 g. an die Luft ausgeschiedene CO_2.

Kohlensäureausscheidung an das Wasser während 6 Stunden 0,00557 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und 6 Stunden 0,062 g. an das Wasser ausgeschiedene CO_2. Die Gesammtkohlensäure für 100 g. Thier und 6 Stunden beträgt demnach 0,466 g. Zwei krepirten nach dem Versuch.

Wiederholung des Versuchs (schon gebrauchte Thiere). — Die Thiere hatten schon mehrere Male gesogen.

Versuchsdauer 6 Stunden, von 10^h Morgens bis 4^h Nachmittags. Die Thiere waren anfangs des Versuchs sehr beweglich, später lagen sie bewegungslos auf dem Boden des Gefässes. An Luft strömten 56½ L. durch den Apparat. Die Temperatur des Zimmers schwankte zwischen 16 und 17° C. Das Anfangsgewicht der Thiere war 6,69 g., das Endgewicht 6,49 g., der Gewichtsverlust somit 0,2 g. Kohlensäureausscheidung an die Luft während 6 Stunden 0,017 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,254 g. an die Luft ausgeschiedene CO_2.

Kohlensäureausscheidung an das Wasser während 6 Stunden 0,00364 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 0,054 g. an das Wasser ausgeschiedene CO_2.

Die Gesammtkohlensäure für 100 g. Thier und 6 Stunden beträgt demnach 0,308 g.

Schlussresultate.

Aus nachstehender Tabelle, welche die Resultate der einzelnen Versuche noch einmal kurz zusammenfasst, dürften folgende besonders hervorgehoben werden, wenn anders die wenigen Versuche schon zu allgemeinen Schlussfolgerungen Berechtigung geben[1].

1) Die grösste Kohlensäuremenge scheiden die Vögel (100 g. Thier) in einer bestimmten Zeiteinheit (6 Stunden) aus; den Vögeln reihen sich zunächst die Säugethiere, diesen die Insekten an.

2) Würmer, Amphibien, Fische und Schnecken bilden eine zweite grosse Gruppe. Die ausgeathmete Kohlensäuremenge der genannten Thiere ist in derselben Zeiteinheit von 6 Stunden für 100 g. Thier eine bei weitem geringere, als bei den unter 1) aufgezählten Thierspecies. Die grösste Kohlensäure-

---

1) In Betreff näherer Zahlenangaben muss auf die Tabelle verwiesen werden.

menge dieser Gruppe scheiden die Würmer, die geringste die Schnecken aus.

3) Die im Wasser lebenden Thiere der Gruppe 2 scheiden den grössten Theil der CO_2 an die Luft ab, einen bedeutend kleineren an das sie umgebende Wasser.

4) Das Alter. Ein nicht unwesentlicher Einfluss ist dem jugendlichen Alter der Thiere auf die Kohlensäureausscheidung zuzuschreiben.

So schied eine alte Hausmaus (100 g. Thier) 3,873 g. CO_2 in 6 Stunden aus, eine junge dagegen 4,349 g. CO_2; ein ähnliches Verhältniss kehrt bei einer alten und jungen weissen Ratte wieder; während die alte weisse Ratte (100 g. Thier) 2,11 g. CO_2 in 6 Stunden ausschied, betrug die Kohlensäureausscheidung der jungen weissen Ratte auf 100 g. Körpergewicht und die Zeiteinheit von 6 Stunden bezogen 3,627 g.

Die Kohlensäureausscheidung von 100 g. ausgewachsener Kohlweisslingsraupen war für 6 Stunden 0,678 g., die Kohlensäureausscheidung von 100 g. unausgewachsener Raupen 0,706 g.

Am auffallendsten sind die Unterschiede in der Kohlensäureausscheidung bei jungen und alten Amphibien. Die Kohlensäureausscheidung junger Amphibien ist für die Zeiteinheit von 6 Stunden und bei einem angenommenen Körpergewicht der Thiere von 100 g. in manchen Fällen um das dreifache, auch wohl um das vierfache und um mehr als das vierfache grösser, als bei alten Thieren.

100 g. Frosch, Rana temporaria (altes Thier), schied in 6 Stunden 0,213 g. CO_2 aus, 100 g. junges Thier dagegen 0,765 g. 100 g. Kröte, Bufo variabilis (altes Thier) schied in 6 Stunden 0,260 g. CO_2 aus, 100 g. junges Thier 0,909 g.

5) Der Larvenzustand der Insekten. Während jugendliche Thiere in gleichen Zeiträumen und bei gleichgesetztem Körpergewicht mehr CO_2 als die alten Thiere ausathmen, findet bei den Insektenlarven das umgekehrte statt. Engerlinge (100 g. Thier) athmeten in der Zeiteinheit von 6 Stunden fast die Hälfte CO_2 weniger aus, als Käfer; Schmetterlingspuppen weniger als Raupen, diese weniger als Schmetterlinge.

Die geringste Kohlensäuremenge schied eine sich einspinnende Raupe aus.

6) Das Geschlecht. Auch das Geschlecht beeinflusst die Kohlensäureausscheidung.

Für 100 g. Sperling (Männchen) betrug die ausgeathmete Kohlensäuremenge in 6 Stunden 4,670 g., für ein Sperlingweibchen (100 g.) 4,403 g.

7) Die Kohlensäureausscheidung desselben Thieres zu verschiedenen Zeiten. In der Kohlensäureausscheidung desselben Thieres zu verschiedenen Zeiten, Körpergewicht und Versuchsdauer gleichgesetzt, finden keine erheblichen Unterschiede statt.

8) Die Individualität. Verschiedene Individuen derselben Thierspecies scheiden in gleichen Zeiträumen (6 Stunden)

Tabelle über die Kohlensäureausscheidung verschiedener von 6

Nummer des Versuches	Art der Thiere und Anzahl	Gewicht der Thiere vor dem Versuch in Gramm	Gewicht der Thiere nach dem Versuch in Gramm	Gewichtsverlust der Thiere während des Versuchs in G.	Versuchsdauer in Stunden
	Säugethiere.				
1 a.	Zieselmaus	355	352	3	½
1 b.	Spermophilus citillus (1 Thier)	355	351	4	½
1 c.	» »	355	355	0	½
2 a.	Maulwurf (1 Thier)	64,75	61,75	3	1
2 b.	Talpa europaea (1 Thier)	61,82	60,82	1	1
3 a.	Hausmaus	18,82	18,82	0	1
3 b.	Mus musculus (1 altes Thier)	18,82	18,82	0	1

und bei gleichgesetztem Körpergewicht (100 g.) fast die gleiche Kohlensäuremenge aus.

9) Die Varietät. Der Varietät der Thiere muss ein nicht unwesentlicher Einfluss auf die Kohlensäureausscheidung zugesprochen werden. Als Beispiel führe ich die weisse Maus und die Wassermaus an.

100 g. weisse Maus schieden in 6 Stunden 5,328 g. CO_2 aus, während 100 g. Wassermaus in derselben Zeit 3,873 g. CO_2 ausathmete.

10) Nahe verwandte Thiere. Die ausgeschiedene Kohlensäuremenge nahe verwandter Thiere, selbst ganzer Thiergruppen, bewegt sich, wenn man die Kohlensäureausscheidung der Thiere auf gleiche Versuchszeit (6 Stunden) und auf 100 g. Thier bezieht, in engen Grenzen.

Thierspecies unter gleichen Bedingungen in der Zeiteinheit Stunden.

Versuchszeit in Stunden und Minuten	Kohlensäure-ausscheidung der Thiere während der Versuchszeit in Gramm	Kohlensäure-ausscheidung der Thiere während 6 Stunden in Gramm	Kohlensäure-ausscheidung von 100 Gr. Thier auf 6 Stunden berechnet in Gr.		Luftverbrauch in Liter u. Cbcm. Liter	Cbc.	Zimmertemperatur nach Graden Celsius.
von $10^h 24^m$ — $10^h 54^m$ Morg.	0,2528	3,0336	0,854	0,905	11	500	18—19
von $4^h 10^m$ — $4^h 40^m$ Nchm.	0,284	3.408	0,960		24	500	20—21
von $5^h 45^m$ — $6^h 15^m$ Nchm.	0.267	3,204	0,902		9		
von $7^h 30^m$ — $8^h 30^m$ Abds.	0.175	1,050	1.621	1,605	25	250	16
von $10^h 43^m$ — $11^h 43^m$ Mrg.	0.161	0,966	1,590		44	500	16
von $10^h 13^m$ — $11^h 13^m$ Mrg.	0.118	0,708	3.761	3,873	19	375	15
von $3^h 37^m$ — $4^h 37^m$ Morg.	0,125	0.750	3.985		30		13—14

Fortsetzung folgt:

Nummer des Versuches	Art der Thiere und Anzahl	Gewicht der Thiere vor dem Versuch in Gramm	Gewicht der Thiere nach dem Versuch in Gramm	Gewichtsverlust der Thiere während des Versuchs in G.	Versuchsdauer in Stunden
4 a.	Hausmaus (1 junges Thier)	15	15	0	3
4 b.	Anderes Individuum (1 jung. Thier)	13,82	13,82	0	1
4 c.	» »	11	11	0	1
5.	Weisse Maus (1 Thier) Mus masculus v. alba	13	13	0	1/2
6.	Brandmaus (1 Thier) Mus agrarius	22	21	1	1
7.	Weisse Ratte (1 altes Thier) Mus decumanus var. alba	81	80	1	1
8.	Weisse Ratte (1 jung. Thier)	22	22	0	1
9.	Graue Ratte (1 junges Thier) Mus decumanus	56	55	1	1
	Vögel.				
10 a.	Kanarienvogelweibchen (1 Thier) Fringilla canaria	17	17	0	2
10 b.	» »	17	17	0	1
11 a.	Sperling, männliches Thier (1 Thier) Passer domesticus	25	24	1	1
11 b.	Anderes Individuum (1 Thier)	26	25	1	1
12.	Sperlingweibchen	23	23	0	1/2
	Fische.				
13 a.	Karpfen (5 junge Thiere) Cyprinus carpio	60	60	0	1
13 b.	» »	59	59	0	1

Versuchszeit in Stunden und Minuten	Kohlensäure-ausscheidung der Thiere während der Versuchszeit in Gramm	Kohlensäure-ausscheidung der Thiere während 6 Stunden in Gramm	Kohlensäure-ausscheidung von 100 Gr. Thier auf 6 Stunden berechnet in Gr.		Luftverbrauch in Liter u. Cbcm.		Zimmertemperatur nach Graden Celsius
					Liter	Cbc.	
von 11^{h} 45^{m} M. — 2^{h} 45^{m} Nch.	0,311	0,622	4,146		28	750	19
von 4^{h} 15^{m} — 5^{h} 15^{m} Nchm.	0,097	0,582	4,173	4,349	20	125	13
von 2^{h} 30^{m} — 3^{h} 30^{m} Nchm.	0,0867	0,5202	4,729		19		8
von 9^{h} 20^{m} — 9^{h} 50^{m} Morgs.	0,0578	0,693	5,328		8		7
von 2^{h} 33^{m} — 3^{h} 33^{m} Nchm.	0,141	0,864	3,927		15	500	8
von 9^{h} 26^{m} — 10^{h} 26^{m} Morg.	0,285	1,710	2,111		15	500	7
von 10^{h} 4^{m} — 11^{h} 4^{m} Morgs.	0,133	0,798	3,627		20	500	8
von 3^{h} 25^{m} — 4^{h} 25^{m} Morgs.	0,258	1,548	2,585		22	125	16
von 9^{h} 40^{m} — 11^{h} 40^{m} Morg.	0,304	0,912	5,305	5,458	23	750	16—17
von 2^{h} 40^{m} — 3^{h} 40^{m} Nchm.	0,159	0,954	5,611		13	750	17
von 9^{h} 58^{m} — 10^{h} 58^{m} Morg.	0,194	0,776	4,656	4,670	29	750	14—15
von 9^{h} 57^{m} — 10^{h} 57^{m} Morg.	0,203	1,218	4,684		19		10
von 3^{h} 45^{m} — 4^{h} 15^{m} Nchm.	0,0844	1,0128	4,403		13	750	15—16
von 2^{h} 22^{m} — 3^{h} 22^{m} Nchm.	(Luft) 0,014 (Wasser) 0,011	(Luft) 0,084 (Wasser) 0,066	(Luft) 0,140 (W.) 0,110	0,250	19	250	(L.) 11 (W.) 14
von 9^{h} 22^{m} — 10^{h} 22^{m} Morg.	(Luft) 0,012 (Wasser) 0,005	(Luft) 0,072 (Wasser) 0,030	(Luft) 0,122 (W.) 0,050	0,172	27	500	(Luft) 9—10 (Wasser) 12—13
			Mittel:	0,211			

Fortsetzung folgt:

Nummer des Versuches	Art der Thiere und Anzahl	Gewicht der Thiere vor dem Versuch in Gramm	Gewicht der Thiere nach dem Versuch in Gramm	Gewichts-verlust der Thiere während des Versuchs in G.	Versuchs-dauer in Stunden
	Amphibien.				
14 a.	Laubfrosch (1 Thier) Hyla viridis	12,68	12,21	0,47	6
14 b.	» »	12,84	11,61	1,23	6
14 c.	» »	11,63	10,68	0,95	6
15.	Frosch (1 altes Thier) Rana temporaria	13,87	—	—	6
16.	» (4 junge Thiere)	5,04	4,40	0,64	6
17 a.	Kröte (1 altes Thier) Bufo variabilis	16,30	15,73	0,53	6
17 b.	» »	14,59	14,02	0,57	6
18 a.	Kröte (1 junges Thier)	3,41	3,14	0,27	6
18 b.	» »	4,11	3,92	0,19	6
18 c.	» »	3,46	3,30	0,16	6
19 a.	Kröte (1 altes Thier) Bufo cinereus	50	50	0,00	6
19 b.	» »	48	48	0,00	6
20.	Bufo cinereus (3 T.)	5,41	2,1	3,21	6
21 a.	Eidechse (1 junges Thier) Lacerta agilis	0,86	0,82	0,04	6
21 b.	» »	0,73	0,72	0,01	6
21 c.	» »	0,81	0,80	0,01	6

Versuchszeit in Stunden und Minuten	Kohlensäure-ausscheidung der Thiere während der Versuchszeit in Gramm	Kohlensäure-ausscheidung der Thiere während 6 Stunden in Gramm	Kohlensäure-ausscheidung von 100 Gr. Thier auf 6 Stunden berechnet in Gr.		Luftverbrauch in Liter u. Cbcm.		Zimmertemperatur nach Graden Celsius
					Liter	Cbc.	
von 10^{h} 15^{m} M. — 4^{h} 15^{m} N.	0,033	0,033	0,268		40	500	—
von 9^{h} 35^{m} M. — 3^{h} 35^{m} N.	0,0257	0,0257	0,200	0,223	62	625	—
von 9^{h} 45^{m} M. — 3^{h} 45^{m} N.	0,0237	0,0237	0,203		34	750	21
von 9^{h} 43^{m} M. — 3^{h} 43^{m} N.	0,0296	0,0296	0,213		65	750	19—20
v. 10^{h} 12^{m} M. — 4^{h} 12^{m} N.	0,0392		0,765		49	500	19—20
v. 10^{h} 20^{m} M. — 4^{h} 20^{m} N.	0,040		0,245	0,260	78	250	19
von 1^{h} 20^{m} N. — 7^{h} 20^{m} A.	0,0404		0,276		40	250	20—21
v. 10^{h} 48^{m} M. — 4^{h} 48^{m} N.	0,034		0,997		57	125	15—16
von 9^{h} 32^{m} M. — 3^{h} 32^{m} N.	0,0353		0,858	0,909	30	625	19—20
v. 10^{h} 40^{m} M. — 3^{h} 40^{m} N.	0,0302		0,872		33	750	20
v. 11^{h} 15^{m} M. — 5^{h} 15^{m} N.	0,106		0,212	0,202	51	500	14—15
von 9^{h} 45^{m} M. — 3^{h} 45^{m} N.	0,0923		0,192		33	500	13—14
v. 10^{h} 3^{m} M. — 4^{h} 3^{m} N.	0,0443		0,818		76	750	19
von 10^{h} Morg. — 4^{h} Nachm.	0,0154		1,790		68	750	17—18
von 10^{h} 5^{m} M. — 4^{h} 5^{m} N.	0,0136		1,863	1,871	34	500	19—20
von 10^{h} 6^{m} M. — 4^{h} 6^{m} Nch.	0,0159		1,962		59	500	18

Fortsetzung folgt.

Nummer des Versuchs	Art der Thiere und Anzahl	Gewicht der Thiere vor dem Versuch in Gramm	Gewicht der Thiere nach dem Versuch in Gramm	Gewichtsverlust der Thiere während des Versuchs in G.	Versuchsdauer in Stunden
	Insekten.				
	Käfer, Käferlarven.				
22 a.	Mistkäfer (23 Thiere) Geotrupes vernalis	7,64	7,50	0,14	6
22 b.	» (7 Thiere)	2,14	2,11	0,03	6
23.	Laufkäfer (1 Thier) Carabus	1,64	1,63	0,01	6
24 a.	Engerlinge (4 Thiere)	8,27	8,18	0,11	6
24 b.	» »	8,08	8,00	0,08	6
	Schmetterlinge.				
25.	Fuchsschmetterling (12 Thiere)	0,18	0,16	0,02	6
26 a.	Kohlweisslingraupen unausgewachsen (64 Thiere) Pieris Brassicae	5,39	5,22	0,17	6
26 b.	Kohlweissllingraupen ausgewachsen (10 Thiere)	3,02	3,00	0,02	6
27.	Ligusterschwärmerraupe (1 Thier) Sphinx ligustri	5,47	5,36	0,11	6
28 a.	Ligusterschwärmerpuppe (1 Thier)	3,87	3,86	0,01	6
28 b.	» »	3,70	3,70	0,01	6
29 a.	Weidenbohrerraupe im Einspinnen (1 Th.) Cossus ligniperda	4,89	4,87	0,02	6
29b.	» »	4,75	4,75	0	6

Versuchszeit in Stunden und Minuten	Kohlensäureausscheidung der Thiere während 6 Stunden in Gramm	Kohlensäureausscheidung von 100 Gr. Thier auf 6 Stunden berechnet in Gr.		Luftverbrauch in Liter und Cbcm.		Zimmertemperatur nach Graden Celsius
				Liter	Cbcm.	
von $10^h\ 35^m$ M. — $4^h\ 35^m$ N.	0,052	0,680		50	500	—
			0,678			
von $3^h\ 17^m$ N. — $9^h\ 17^m$ A.	0,0144	0,676		28	500	20—21
von $10^h\ 17^m$ M. — $4^h\ 17^m$ N.	0,0161	0,981		47	350	15—16
von $11^h\ 55^m$ M. — $5^h\ 55^m$ N.	0,0476	0,575		43	750	17
			0,592			
von $10^h\ 6^m$ M. — $4^h\ 6^m$ Nch.	0,0493	0,610		69	750	16—17
von $8^h\ 36^m$ M. — $2^h\ 36^m$ N.	0,0016	0,888		52	625	20
von $10^h\ 40^m$ M. — $4^h\ 40^m$ N.	0,0381	0,706		58	750	15—16
von $10^h\ 17^m$ M. — $4^h\ 17^m$ N.	0,0205	0,678		32	375	18
von $3^h\ 16^m$ N. — $9^h\ 16^m$ A.	0,07231	1,321		39	750	21
von $11^h\ 53^m$ M. — $5^h\ 53^m$ N.	0,0307	0,793		55	250	19—20
			0,780			
von $9^h\ 30^m$ M. — $4^h\ 30^m$ N.	0,0285	0,768		30	500	19
von $10^h\ 17^m$ M. — $4^h\ 17^m$ N.	0,0262	0,535		33	250	18—19
			0,519			
von $10^h\ 26^m$ M. — $4^h\ 26^m$ N.	0,0239	0,503		66	375	19

Fortsetzung folgt.

Nummer des Versuchs	Art der Thiere und Anzahl	Gewicht der Thiere vor dem Versuch in Gramm	Gewicht der Thiere nach dem Versuch in Gramm	Gewichtsverlust der Thiere während des Versuchs in G.	Versuchsdauer in Stunden
30 a.	Bärraupe (1 Thier)	1,50	1,50	0	6
30 b.	Anderes Indiv. »	2,58	2,57	0,01	6
31.	Grashüpfer (38 Th.)	6,94	6,66	0,28	6
32.	Andere Species (2 Thiere) Locusta viridissima	1,57	1,54	0,03	6
33.	» » (1 Thier)	1,97	1,95	0,02	6
34 a.	Gryllus camp. (6 T.)	0,95	0,93	0,03	6
34 b.	» » »	0,89	0,88	0,01	6
34 c.	Andere Individ. (11 Thiere)	3,87	3,77	0,10	6
35 a.	Blattwanze (10 Th.)	0,54	0,52	0,02	6
35 b.	» (12 »)	0,64	0,62	0,02	6
	Schnecken. Landschnecken.				
36 a.	Weinbergschnecke (6 T.) Helix pomatia	132,33	129,05	3,28	6
36 b.	» »	118,01	116,60	1,41	6
	Sumpfschnecken.				
37.	Limnaeus stagnalis (9 Thiere)	87,04	88,17	—	6
38.	Planorbis cornas (4 Thiere)	24,92	25,44	—	6
39.	Palludina vivipara (2 Thiere)	12,99	13,22	—	6
	Würmer.				
40.	Regenwurm (11 Th.) Lumbricus	9,57	8,30	1,27	6
41 a.	Blutegel frisch (6 ») Sanguisuga officinalis	8,85	8,67	0,18	6
41 b.	» schon gebr. (6 T.)	6,69	6,49	0,2	6

Versuchszeit in Stunden und Minuten	Kohlensäureausscheidung der Thiere während 6 Stunden in Gramm	Kohlensäureausscheidung von 100 Gr. Thier auf 6 Stunden berechnet in Gr.		Luftverbrauch in Liter und Cbcm.		Zimmertemperatur nach Graden Celsius
				Liter	Cbcm.	
von 9^{h} 11^{m} M. — 3^{h} 11^{m} N.	0,0136	0,906	0,861	55	250	18—19
von 9^{h} 28^{m} M. — 3^{h} 28^{m} N.	0,0211	0,817		41		14—15
von 10^{h} 30^{m} M. — 4^{h} 30^{m} N.	0,033	0,475		68		—
von 10^{h} 10^{m} M. — 4^{h} 10^{m} N.	0,00695	0,442		55	750	18—19
von 10^{h} 30^{m} M. — 4^{h} 30^{m} N.	0,0117	0,593		54		16
von 10^{h} 24^{m} M. — 4^{h} 24^{m} N.	0,01289	1,356		72		16—17
von 9^{h} 44^{m} M. — 4^{h} 44^{m} N.	0,0157	1,764	1,382	34		17—19
von 10^{h} 55^{m} M. — 4^{h} 55^{m} N.	0,0398	1,028		62	750	17—18
von 10^{h} 37^{m} M. — 4^{h} 37^{m} N.	0,0078	1,444	1,276	76	875	17—18
von 11^{h} 17^{m} M. — 5^{h} 17^{m} N.	0,0071	1,109		43		20—21
von 10^{h} 8^{m} M. — 4^{h} 8^{m} Nch.	0,1211	0,091	0,072	72	750	—
von 10^{h} 17^{m} M. — 4^{h} 17^{m} N.	0,0644	0,054		62	125	16
von 10^{h} 32^{m} M. — 4^{h} 32^{m} N.	0,039 (Luft) 0,034 (Wasser)	0,044(L.) 0,039(W.)	0,083	66	750	16—17
von 10^{h} 24^{m} M. — 4^{h} 24^{m} N.	0,0159 (Luft) 0,0017 (Wasser)	0,064(L.) 0,006(W.)	0,070	53	500	15
von 9^{h} 10^{m} M. — 3^{h} 10^{m} N.	0,0182 (Luft) 0,0035 (Wasser)	0,140(L.) 0,027(W.)	0,167	62	500	15—16
von 10^{h} 37^{m} M. — 4^{h} 37^{m} N.	0,0341	0,356		76	250	18—19
von 10^{h} 10^{m} M. — 4^{h} 10^{m} N.	0,0358 (Luft) 0,0055 (Wasser)	0,404(L.) 0,062(W.)	0,466	73		19
von 10^{h} Morg. — 4^{h} Nachmitt.	0,017 (Luft) 0,00364 (Wass.)	0,254(L.) 0,054(W.)	0,308	56	500	16—17

II. Theil.

Kohlensäureausscheidung unter verschiedenen physiologischen Bedingungen.

Einfluss von farbigem Licht auf die Kohlensäureausscheidung bei demselben Thiere (Maus) in der Zeiteinheit von 6 Stunden.

Als Versuchsobject diente die schon zu 2 früheren Versuchen benutzte ausgewachsene Hausmaus, welche bei einem Gewichte von 18,82 g. in zwei 6stündigen Versuchen einmal 0,118, das zweite Mal 0,125 g. CO_2 ausgeschieden hatte, was auf 6 Stunden 0,708 und 0,750 g. beträgt. Aus obigen Zahlen berechneten sich aber für 100 g. Thier und 6 Stunden 3,761 und 3,985 g. CO_2.

Mittel 3,873 g.

Das Thier bekam als Futter Hafer und Rübenschnitte, auch erhielt es etwas Watte in sein Behälter, die es sich zu einem Lager zurechtzupfte. Während der nachfolgenden Versuche war das Verhalten des Thieres dasselbe wie auch schon in den beiden früheren. Nach den Versuchen ging es sofort an sein Futter und grub sich dann wieder in sein Nest ein. Das Gewicht der Maus war während der Versuche nicht unbedeutenden Schwankungen unterworfen.

Violettes Licht[1].

Versuchsdauer 1 Stunde, von $3^h\ 8^m$ bis $4^h\ 8^m$ Nachmittags. An Luft strömten 20 L. 375 Cbcm. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 14 und 15° C. Das Gewicht der Maus, 17,82 g., blieb nach Schluss des Versuchs dasselbe. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,128 g., während 6 Stunden 0,768 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 4,130 g. CO_2.

---

[1]) Die farbigen Glasplatten wurden, wie dies schon in der Einleitung bemerkt ist, über den 4 Glasfenstern des Respirators mit an denselben befindlichen Drahtschiebern befestigt; es wurde mit violetten, rothen, milchweissen, blauen, grünen und gelben Scheiben gewechselt; schwarze, das Licht undurchlassende Scheiben konnten nicht erhalten werden.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 1 Stunde, von $9^h 45^m$ bis $10^h 45^m$ Morgens. Luftverbrauch 44$^3/_4$ L. Die Zimmertemperatur betrug 16° C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 16 g., das Endgewicht 14 g., der Gewichtsverlust somit 2 g. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,112 g., während 6 Stunden 0,672 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 4,200 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: 4,165 g. CO_2.

Rothes Licht.

Versuchsdauer 1 Stunde, von $10^h 19^m$ bis $11^h 19^m$ Morgens. An Luft strömten 23 L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 15° C. Das Anfangsgewicht des Thieres ging am Schluss des Versuchs um 2,82 g. herab, von 17,82 g. auf nur noch 15 g. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,130 g., während 6 Stunden 0,780 g. Es berechnet sich demnach auf 100 g. Thier und 6 Stunden 4,377 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 1 Stunde, von $9^h 50^m$ bis $10^h 50^m$ Morgens. An Luft strömten 51$^1/_4$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 15 und 16° C. Das Gewicht des Thieres betrug vor und nach dem Versuch 16 g. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,122 g., während 6 Stunden 0,732 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 4,575 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: 4,476 g. CO_2.

Weisses Licht (milchweiss).

Versuchsdauer 1 Stunde, von $8^h 57^m$ bis $9^h 57^m$ Morgens. An Luft strömten 19 L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 13 und 14° C. Das Gewicht des Thieres, 17,82 g., betrug dasselbe auch nach dem Versuch. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,143 g., während 6 Stunden 0,858 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 4,814 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 1 Stunde, von $3^h 15^m$ bis $4^h 15^m$ Nachmittags. An Luft strömten 35$^1/_4$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 15 und 16° C. Das Gewicht des Thieres betrug vor

und nach dem Versuche 15 g. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,136 g., während 6 Stunden 0,716 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 4,773 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: 4,793 g. CO_2.

Blaues Licht.

Versuchsdauer 1 Stunde, von 10^h 35^m bis 11^h 35^m Morgens. An Luft strömten 20$^3/_4$ L. durch den Apparat. Die Temperatur des Zimmers betrug 14^0 C. Das Gewicht des Thieres, 17,82 g., blieb auch nach dem Versuch dasselbe. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,171 g., während 6 Stunden 1,026 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 5,757 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 1 Stunde, von 3^h 24^m bis 4^h 24^m Nachmittags. An Luft strömten 33$^3/_4$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 16 und 17^0 C. Das Anfangsgewicht des Thieres, 15 g., blieb auch am Schluss des Versuchs dasselbe. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,150 g., während 6 Stunden 0,900 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 6,000 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: 5,878 g. CO_2.

Grünes Licht.

Versuchsdauer 1 Stunde, von 10^h 22^m bis 11^h 22^m Morgens. An Luft strömten 19$^1/_4$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 13^0 C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 18,82 g., das Endgewicht 17,82 g., der Gewichtsverlust somit 1 g. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,207 g., während 6 Stunden 1,242 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 6,068 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 1 Stunde, von 2^h 40^m bis 3^h 40^m Nachmittags. An Luft strömten 33$^1/_2$ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 16^{0}C. Das Gewicht des Thieres, 17 g., blieb nach Schluss des Versuchs dasselbe. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0.181 g., während 6 Stunden 1,086 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 6,388 g. CO_2.

Zweite Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 1 Stunde, von 11^h 24^m bis 12^h 24^m Morgens. An Luft strömten 24¹/₄ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 15 bis 16° C. Das Gewicht des Thieres, 15 g., erlitt nach Schluss des Versuchs keine Abnahme. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,151 g., während 6 Stunden 0,906 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 6,040 g. CO_2.

Mittel aus 3 Bestimmungen: 6,165 g. CO_2.

Gelbes Licht.

Versuchsdauer 1 Stunde, von 11^h 58^m bis 12^h 58^m Morgens. An Luft strömten 23³/₄ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 15° C. Das Anfangsgewicht des Thieres war 17,82 g., das Endgewicht 15 g., der Gewichtsverlust somit 2,82 g. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,239 g., während 6 Stunden 1,434 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. und 6 Stunden 8,047 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer ¹/₂ Stunde, von 4^h 24^m bis 4^h 54^m Nachmittags. An Luft strömten 19³/₄ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 16° C. Das Gewicht des Thieres, 17 g., blieb nach Schluss des Versuchs dasselbe. Kohlensäureausscheidung während einer halben Stunde 0,1234 g., während 3 Stunden 1,4808 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 8,710 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: 8,378 g. CO_2.

Kohlensäureausscheidung derselben Maus während 6 Nachtstunden.

Während zweier Tagesversuche hatte die Maus, wie dies schon oben bei den Versuchen mit farbigem Lichte erwähnt wurde, hier aber noch einmal wiederholt werden mag, bei einem Gewichte von 18,82 g. einmal in einer Stunde 0,118, das zweite Mal 0,125 g. CO_2 ausgeschieden, was auf 6 Stunden 0,708 und 0,750 g. beträgt. Es berechneten sich für 100 g. Thier und 6 Stunden 3,761 und 3,985 g. CO_2.

Mittel: 3,873 g.

Das Thier sass während der 2 Nachtversuche in eine Ecke des Respirators gekauert. Am Morgen nach dem zweiten Versuche war es krepirt.

Versuchsdauer während des ersten Versuchs 1 Stunde, von 10^h 30^m bis 11^h 30^m Nachts. An Luft strömten 25 L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 15° C. Das Anfangs- und Endgewicht des Thieres war 16 g. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,0806 g., während 6 Stunden 0,4836 g. Es berechnet sich demnach für 100 g. Thier und 6 Stunden 3,022 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Versuchsdauer 1 Stunde, von 11^h 13^m bis 12^h 13^m Nachts. An Luft strömten 15½ L. durch den Apparat. Die Zimmertemperatur betrug 15° C. Das Gewicht des Thieres, 16 g., blieb nach Schluss des Versuchs dasselbe. Kohlensäureausscheidung während einer Stunde 0,087 g., während 6 Stunden 3,262 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6 Stunden 3,142 g. CO_2.

Schlussresultate.

Der zweite Theil der Untersuchung sollte mit diesen wenigen Beobachtungen noch nicht seinen Abschluss finden; es sollte ferner der Einfluss der Temperatur, der Wärme und Kälte auf die Kohlensäureausscheidung bei demselben Thiere in gleichen Zeiträumen ermittelt, dann der Einfluss des Futters, rein vegetabilischer gegenüber rein animalischer Kost, endlich der Einfluss verschiedener Gase auf die Kohlensäureausscheidung erforscht werden. Die Untersuchung musste aus Mangel an Thiermaterial, welches in den Wintermonaten nicht zu beschaffen war, unterbrochen werden. Ich beabsichtige die Untersuchung bei gelegener Zeit wieder aufzunehmen.

Der zweite Theil der Abhandlung enthält die Beobachtungen über die Kohlensäureausscheidung desselben Thieres (Hausmaus, 100 g. Thier) bei farbigem Licht in gleichen Zeiträumen; dann einen Versuch an einer Maus über die Kohlensäureausscheidung während 6 Nachtstunden. Das Resultat, welches durch die Untersuchung über den Einfluss des farbigen Lichts auf die

Kohlensäureausscheidung desselben Thieres bei 6stündiger Zeitdauer gewonnen wurde, lässt sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1) Die Kohlensäureausscheidung eines Thieres ist im Tageslicht eine geringere als im farbigen Licht.

2) Der violette und rothe Strahl üben die geringste Einwirkung auf die Kohlensäureausscheidung aus, die lebhafteste grün und gelb, milchweiss und blau stehen in der Mitte.

Die Versuche mit farbigem Licht sind nicht neu; so fand Béchard, dass ein violetter und blauer Strahl am intensivsten auf die Kohlensäureausscheidung einwirkt, grün und roth am schwächsten, gelb und weiss sollten die Mitte halten.

Aehnliche Resultate, wie die von mir gefundenen, von den Béchard'schen abweichende erhielten Selmi und Piacarlini, die sich in den letzten Jahren mit dem Einfluss farbiger Lichtstrahlen auf die Grösse der Kohlensäureausscheidung beschäftigten. Sie hatten in der Weise ihre Versuche angestellt, dass sie Thiere (Hund, Taube und Katze) in einen luftdicht schliessenden Apparat brachten, in den das Licht nur durch Glas von bestimmter Farbe dringen konnte.

Durch Bestimmung der ausgeathmeten CO_2 fanden sie die Menge derselben beim Hunde, wenn die für weisses Glas = 100 gesetzt wird, für die farbigen Lichtstrahlen wie folgt:

weisses	schwarzes	violettes	rothes	blaues	grünes	gelbes
100	82,07	87,73	92	103,77	106,03	126,03

Bei den übrigen Thieren wurden analoge Zahlen gefunden[1].

Rechne ich meine durch Versuch gefundenen Zahlen in Verhältnisszahlen um, gestalten sich diese folgendermassen:

violett	roth	milchweiss	blau	grün	gelb
86,89	93,38	100	122,63	128,52	174,79.

Durch den Nachtversuch wurde folgendes Resultat erhalten:

3) Die Kohlensäureausscheidung eines Thieres wird während der Nachtstunden um ein bedeutendes vermindert.

---

[1]) Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gesammtgebiet der Agriculturchemie 1870—1872. 3. Bd. p. 84. Einfluss der farbigen Lichtstrahlen auf die Respiration nach Rendi condi del Reale Instituto Lombardo Ser. II. Volum. III Fasc. II; im landwirthsch. Centralblatt 1872. 1. 451.

Einfluss von farbigem Licht auf die Kohlensäureaus-
von 6

Nummer des Versuchs	Licht	Gewicht der Thiere vor dem Versuch in Gramm	Gewicht der Thiere nach dem Versuch in Gramm	Gewichtsverlust des Thieres während des Versuchs in G.	Versuchsdauer in Stunden
1 a.	Tageslicht	18,82	18,82	0	1
1 b.	»	18,82	18,82	0	1
2 a.	violettes	17,82	17,82	0	1
2 b.	»	16	14	2	1
3 a.	rothes	17,82	15	2,82	1
3 b.	»	16	16	0	1
4 a.	weisses	17,82	17,82	0	1
4 b.	»	15	15	0	1
5 a.	blaues	17,82	17,82	0	1
5 b.	»	15	15	0	1
6 a.	grünes	18,82	17,82	1	1
6 b.	»	17	17	0	1
6 c.	»	15	15	0	1
7 a.	gelbes	17,82	15	2,82	1
7 b.	»	17	17	0	½
			Kohlensäureausscheidung derselben		
8 a.	Nachtstunden	16	16	0	1
8 b.	»	16	16	0	1

scheidung ein und derselben Maus in der Zeiteinheit Stunden.

Versuchszeit in Stunden und Minuten	Kohlensäure-ausscheidung des Thieres während der Versuchszeit in Gramm	Kohlensäure-ausscheidung des Thieres während 6 Stunden in Gramm	Kohlensäure-ausscheidung von 100 Grm. Thier in 6 Stunden in Gramm		Luftverbrauch in Liter und Cbcm.		Zimmertemperatur nach Graden Celsius
					Liter	Cbc.	
von 10^h 13^m —11^h 13^m M.	0,118	0,708	3,761	3,873	19	375	13
von 3^h 37^m — 4^h 37^m N.	0,125	0,750	3,985		30		13—14
von 3^h 8^m —4^h 8^m N.	0,128	0,768	4,130	4,165	20	375	14—15
von 9^h 45^m — 10^h 45^m N.	0,112	0,672	4,200		44	750	16
von 10^h 19^m —11^h 19^m M.	0,130	0,780	4,377	4,476	23		15
von 9^h 50^m — 10^h 50^m M.	0,122	0,732	4,575		51	250	15—16
von 8^h 57^m —9^h 57^m M.	0,143	0,858	4,814	4,793	19		13—14
von 3^h 15^m — 4^h 15^m M.	0,136	0,716	4,773		35	250	15—16
von 10^h 35^m —11^h 35^m M.	0,171	1,026	5,757	5,878	20	750	14
von 3^h 24^m — 4^h 24^h M.	0,150	0,900	6,000		33	750	16—17
von 10^h 22^m —11^h 22^m M.	0,207	1,242	6,068	6,165	19	250	13
von 2^h 40^m — 3^h 40^m N.	0,181	1,086	6,388		33	500	16
von 11^h 24^m —12 24^m M.	0,151	0,906	6,040		24	250	15—16
von 11^h 58^m — 12^h 58^m M.	0,239	1,434	8,047	8,378	23	750	15
von 4^h 24^m — 4^h 54^m N.	0,1234	1,4808	8,710		19	750	16

Maus während 6 Nachtstunden.

v. 10^h 30^m — 11^h 30^m Nacht.	0,0806	0,4836	3,022	3,142	25		15
von 11^h 13^m — 12^h 13^m N.	0,087	0,522	3,262		15	500	15

Analytische Belege.

Barytwasserlösungen[1]).

Schwächeres Barytwasser. I. 10 Cbcm. der Lösung mit SO_3 versetzt gaben 0,0553 g. BaO . SO_3 = 0,0362 g. BaO; in 30 Cbcm. der Lösung sind also 0,1086 g. enthalten. 30 Cbcm. BaO = 28 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0314 g. CO_2.

II. 10 Cbcm. der Lösung mit SO_3 versetzt gaben 0,0572 g. BaO . SO_3 = 0,0374 g. BaO; in 30 Cbcm. der Lösung sind also 0,1122 g. enthalten. 30 Cbcm. BaO = 28,4 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0324 g. CO_2.

III. 10 Cbcm. der Lösung mit SO_3 versetzt gaben 0,0578 g. BaO . SO_3 = 0,0378 g. BaO; in 30 Cbcm. sind also 0,1134 g. enthalten. 30 Cbcm. BaO = 27,9 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0328 g. CO_2.

Stärkeres Barytwasser. I. 10 Cbcm. der Lösung mit SO_3 versetzt gaben 0,1783 g. BaO . SO_3 = 0,1168 g. BaO; in 30 Cbcm. der Lösung sind also 0,3494 g. enthalten. 30 Cbcm. BaO = 85,3 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,1011 g. CO_2.

II. 10 Cbcm. der Lösung mit SO_3 versetzt gaben 0,1727 g. BaO . SO_3 = 0,1131 g. BaO; in 30 Cbcm. der Lösung sind also 0,3393 g. enthalten. 30 Cbcm. BaO = 85,2 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0982 g. CO_2.

III. 10 Cbcm. der Lösung mit SO_3 versetzt gaben 0,1768 g. BaO . SO_3 = 0,1158 g. BaO; in 30 Cbcm. der Lösung sind also 0,3474 g. enthalten. 30 Cbcm. BaO = 84 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,1005 g. CO_2.

IV. 10 Cbcm. der Lösung mit SO_3 versetzt gaben 0,1690 g. BaO . SO_3 = 0,1107 g. BaO; in 30 Cbcm. sind also 0,3321 g. enthalten. 30 Cbcm. BaO = 83,1 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0961 g. CO_2.

V. 10 Cbcm. der Lösung mit SO_3 versetzt geben 0,1623 g. BaO . SO_3 = 0,1063 g. BaO; in 30 Cbcm. sind also 0,3189 g. enthalten. 30 Cbcm. BaO = 78,9 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0923 g. CO_2.

VI. 10 Cbcm. der Lösung mit SO_3 versetzt geben 0,1678 g. BaO . SO_3 = 0,1099 g. BaO; in 30 Cbcm. sind also 0,3297 g. enthalten. 30 Cbcm. BaO = 79,2 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0954 g. CO_2.

I.

Säugethiere.

Zieselmaus (Spermophilus citillus). — Gewicht des Thieres 355 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 85,3 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,1011 g. CO_2 (st. Bw. I.)[2])

» nach » » 30 » » = 69,3 » »

---

[1]) Es wurden von jeder Lösung mindestens 2 Barytbestimmungen ausgeführt, die obigen Zahlen sind Mittelzahlen aus gut übereinstimmenden Einzelbestimmungen.

[2]) Es soll bei jedem einzelnen Versuche die angewendete Barytwasser-

Es wurden vorgeschlagen 400 Cbcm. BaO.
400 Cbcm. BaO = 1137,3 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
400 » » = 924,0 » » nach » »
Es restiren: 213,3 » » = 0,2528 g. CO_2 in einer halben Stunde.
= 3,0336 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,854 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 355 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 85,3 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,1011 g. CO_2 (st. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 69,3 » »

Es wurden 450 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
450 Cbcm. BaO = 1279,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
450 » » = 1039,5 » » nach » »
Es restiren: 240,0 » » = 0,284 g. CO_2 in einer halben Stunde.
= 3,408 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier gaben also in 6 Stunden 0,960 g. CO_2.

Zweite Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 355 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 85,3 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,1011 g. CO_2 (st. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 70,2 » »

Es wurden 450 Cbcm. BaO. vorgeschlagen.
450 Cbcm. BaO = 1279,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
450 » » = 1053,5 » » nach » »
Es restiren: 226,0 » » = 0,267 g. CO_2 in einer halben Stunde.
= 3,204 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,902 g. CO_2.

Mittel aus 3 Bestimmungen: 0,905 g. CO_2.

Maulwurf (Talpa europaea). — Gewicht des Thieres 64,75 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 83,7 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0964 g. CO_2 (st. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 67,5 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
300 Cbcm. BaO = 837 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
300 » » = 675 » » nach » »
Es restiren: 152 » » = 0,175 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 1,050 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 1,621 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 61,82 g.

---

lösung beigefügt werden. st. Bw. I. bedeutet stärkeres Barytwasser I., st. Bw. II. stärkeres Barytwasser II. u. s. w. schw. Bw. I. schwächeres Barytwasser I., schw. Bw. II. schwächeres Barytwasser II. u. s. w.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 84 Cbcm. Ō = 0,1005 g. CO_2 (st. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 70,5 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

300 Cbcm. BaO = 840 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
300 » » = 705 » » nach » »

Es restiren: 135 » » = 0,161 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,966 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 1,560 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: 1,590 g. CO_2.

Hausmaus (Mus musculus), altes Thier. — Gewicht des Thieres 18,82 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 84,9 Cbcm. Ō = 0,1015 g. CO_2 (st. Bw. III.)
» nach » » 30 » » = 75 » »

Es wurden 300 Cbcm. vorgeschlagen.

300 Cbcm. BaO = 849 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
300 » » = 750 » » nach » »

Es restiren: 99 » » = 0,118 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,708 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 3,761 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 18,82 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 84,9 Cbcm. Ō = 0,1015 g. CO_2 (st. Bw. III.)
» nach » » 30 » » = 74,4 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

300 Cbcm. BaO = 849 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
300 » » = 744 » » nach » »

Es restiren: 105 » » = 0,125 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,750 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 3,985 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: 3,873 g. CO_2.

Hausmaus, junges Thier. — Gewicht des Thieres 15 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 84 Cbcm. Ō = 0,0968 g. CO_2 (st. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 57 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

300 Cbcm. BaO = 840 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
300 » » = 570 » » nach » »

Es restiren: 270 » » = 0,311 g. CO_2 in 3 Stunden.
= 0,622 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 4,146 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — (Anderes Individuum.) Gewicht des Thieres 13,82 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 84,9 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,1015 g. CO_2 (st. Bw. III.)
» nach » » 30 » » = 76,8 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
300 Cbcm. BaO = 849 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
300 » » = 768 » » nach » »
Es restiren: 81 » » = 0,097 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,582 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 4,211 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: 4,173 g. CO_2.

Ratte (Mus decumanus), junges Thier. — Gewicht des Thieres 56 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 84,0 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,100 g. CO_2 (st. Bw. III.)
» nach » » 30 » » = 62,4 » »

Es werden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
300 Cbcm. BaO = 840 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
300 » » = 624 » » nach » »
Es restiren: 216 » » = 0,258 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 1,548 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 2,585 g. CO_2.

Weisse Ratte (Mus decumanus var. alba), altes Thier. — Gewicht des Thieres 81 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 77,7 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0959 g. CO_2 (st. Bw. IV.)
» nach » » 30 » » = 54,6 » »

Es werden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
300 Cbcm. BaO = 777 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
300 » » = 546 » » nach » »
Es restiren: 231 » » = 0,285 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 1,710 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 2,111 g. CO_2.

Weisse Ratte, junges Thier. — Gewicht des Thieres 22 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 78,3 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0943 g. CO_2 (st. Bw. IV.)
» nach » » 30 » » = 67,2 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
300 Cbcm. BaO = 783 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
300 » » = 672 » » nach » »
Es restiren: 111 » » = 0,133 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,978 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 1,27 g. CO_2.

W e i s s e M a u s (Mus musculus var. alba.) — Gewicht des Thieres 13 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 78,3 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0943 g. CO_2 (st. Bw. VI.)
» nach » » 30 » » = 63,9 » »
Es wurden 100 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
100 Cbcm. BaO = 261 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
100 » » = 213 » » nach » »
Es restiren: 48 » » = 0,0578 g. CO_2 in einer halben Stunde.
= 0,693 » » in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 5,328 g. CO_2.

B r a n d m a u s (Mus agrarius). — Gewicht des Thieres 22 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 77,7 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0959 g. CO_2 (st. Bw. VII.)
» nach » » 30 » » = 66 » »
Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
300 Cbcm. BaO = 777 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
300 » » = 660 » » nach » »
Es restiren: 117 » » = 0,144 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,864 » » in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 3,927 g. CO_2.

H a u s m a u s, junges Thier. Anderes Individuum. Z w e i t e W i e d e r h o l u n g. — Gewicht des Thieres 11 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 78,3 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0943 g. CO_2 (st. Bw. VI.)
» nach » » 30 » » = 71,1 » »
Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
300 Cbcm. BaO = 783 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
300 » » = 711 » » nach » »
Es restiren: 72 » » = 0,0867 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,5202 » » in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 4,729 g. CO_2.

Vögel.

K a n a r i e n v o g e l w e i b c h e n (Fringilla canaria.) — Gewicht des Thieres 17 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 84 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0995 g. CO_2 (st. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 61,8 » »
Es wurden 350 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
350 Cbcm. BaO = 980 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
350 » » = 721 » » nach » »
Es restiren: 259 » » = 0,304 g. CO_2 in 2 Stunden.
= 0,912 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 5,305 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 17 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 85,2 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0982 g. CO_2 (st. Bw. II.)

» nach » » 30 » » = 71,4 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

300 Cbcm. BaO = 852 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.

300 » » = 714 » » nach » »

Es restiren: 138 » » = 0,159 g. CO_2 in 1 Stunde.

= 0,954 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 5,611 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: 5,458 g. CO_2.

Sperlingmännchen (Passer domesticus). — Gewicht des Thieres 25 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 83,1 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0961 g. CO_2 (st. Bw. IV.)

» nach » » 30 » » = 66 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

300 Cbcm. BaO = 831 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.

300 » » = 660 » » nach » »

Es restiren: 171 » » = 0,194 g. CO_2 in 1 Stunde.

= 0,776 » » in 6 Stundnn.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 4,656 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Sperlingmännchen, anderes Individuum. — Gewicht des Thieres 26 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 79,2 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0954 g. CO_2 (st. Bw. VI.)

» nach » » 30 » » = 62,5 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

300 Cbcm. BaO = 792 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.

300 » » = 625 » » nach » »

Es restiren: 167 » » = 0,203 g. CO_2 in 1 Stunde.

= 1,218 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 4,684 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: 4,670 g. CO_2.

Sperlingweibchen. — Gewicht des Thieres 23 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 83,1 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0961 g. CO_2 (st. Bw. IV.)

» nach » » 30 » » = 68,5 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

150 Cbcm. BaO = 415,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.

150 » » = 342,5 » » nach » »

Es restiren: 73,0 » » = 0,0844 g. CO_2 in einer halben Stunde.

= 1,0128 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 4,403 g. CO_2.

Fische.

Karpfen (Cyprinus carpio), junge Thiere. — Gewicht von 5 Thieren 59 g.

An die Luft ausgeschiedene CO_2.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,5 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0335 g. CO_2 (schw. Bw. III.)
» nach » » 30 » » = 26 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 142,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
150 » » = 132 » » nach » »
Es restiren: 105 » » = 0,012 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,072 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,122 g. CO_2 an die Luft ab.

An das Wasser ausgeschiedene CO_2.

30 Cbcm. von einer abgemessenen Menge destillirten Wassers vor dem Versuch entnommen, mit 30 Cbcm. BaO versetzt = 28,5 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0335 g. CO_2 (schw. Bw. III.)

30 Cbcm. von dem Wasser nach dem Versuch mit 30 Cbcm. BaO versetzt = 28,2 Cbcm. $\bar{O}$.

Die Thiere athmeten in 490 Cbcm. destillirtem Wasser.

Diese 490 Cbcm. destillirtes Wasser mit dem gleichen Volumen BaO versetzt, erfordern

vor dem Versuch: 465,5 Cbcm. $\bar{O}$
nach » » 460,0 » »
Es restiren: 4,9 » » = 0,005 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,030 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,050 g. CO_2 an das Wasser ab.

Die Gesammtkohlensäure von 100 g. Thier in 6 Stunden beträgt demnach 0,172 g.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht von 5 Thieren 60 g.

An die Luft ausgeschiedene CO_2.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,5 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0335 g. CO_2 (schw. Bw. III.)
» nach » » 30 » » = 26,1 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 142,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
150 » » = 130,5 » » nach » »
Es restiren: 12 » » = 0,014 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,084 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,140 g. CO_2 an die Luft ab.

An das Wasser ausgeschiedene CO_2.

30 Cbcm. von einer abgemessenen Menge destillirten Wassers vor dem Versuch entnommen, mit 30 Cbcm. BaO versetzt = 28,5 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0335 g. CO_2 (schw. Bw. III.)

30 Cbcm. des Wassers, nach dem Versuch mit 30 Cbcm. BaO versetzt = 27,9 Cbcm. $\bar{O}$.

Die Thiere athmeten in 490 Cbcm. destillirtem Wasser.

Diese 490 Cbcm. destillirtes Wasser mit dem gleichen Volumen BaO versetzt, erfordern

vor dem Versuch: 465,5 Cbcm. $\bar{O}$
nach » » 455,7 » »
Es restiren: 9,8 » » = 0,011 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,066 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,11 g. CO_2 an das Wasser ab.

Die Gesammtkohlensäure von 100 g. Thier in 6 Stunden beträgt demnach 0,25 g.

Mittel aus 2 Bestimmungen 0,211 g. CO_2.

Amphibien.

Laubfrosch (Hyla viridis). — Gewicht des Thieres 12,68 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,1 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0315 g. CO_2 (schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 18 » »

Es wurden 90 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
90 Cbcm. BaO = 84,3 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
90 » » = 54 » » nach » »
Es restiren: 30 » » = 0,033 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,268 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 12,84 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0314 g. CO_2 (schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 25,2 » »

Es wurden 250 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
250 Cbcm. BaO = 233 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
250 » » = 210 » » nach » »
Es restiren: 23 » » = 0,0257 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,200 g. CO_2.

Zweite Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 11,63 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,9 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0313 g. CO_2 (schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 23,7 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 139,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
150 » » = 118,3 » » nach » »
Es restiren: 21,3 » » = 0,0237 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,203 g. CO_2.
Mittel aus 3 Bestimmungen: 0,223 g. CO_2.

Frosch (Rana temporaria), altes Thier. — Gewicht des Thieres 13,87 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,5 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0325 g. CO_2 (schw. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 24,6 » »

Es wurden 200 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
200 Cbcm. BaO = 190 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
200 » » = 164 » » nach » »
Es restiren: 26 » » = 0,0296 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier scheiden also in 6 Stunden 0,213 g. CO_2 aus.

Frosch, junge Thiere. — Gewicht von 4 Thieren 5,04 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 29 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0338 g. CO_2 (schw. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 22,8 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 148,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
150 » » = 114 » » nach » »
Es restiren: 34,5 » » = 0,0392 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,765 g. CO_2.

Kröte (Bufo variabilis), altes Thier. — Gewicht des Thieres 16,30 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,9 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0313 g. CO_2 (sch. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 20,7 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 139,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
150 » » = 103,5 » » nach » »
Es restiren: 36,0 » » = 0,040 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also 0,245 g. CO_2 in 6 Stunden.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 14,59 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,7 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0327 g. CO_2 (schw. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 21,6 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 143,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
150 » » = 108 » » nach » »
Es restiren: 35,5 » » = 0,0404 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,276 g. CO_2.
Mittel aus 2 Bestimmungen: 0,260 g. CO_2.

Kröte, dieselbe Species, junges Thier. — Gewicht des Thieres 3,41 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0314 g. CO_2 (schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 219 » »
Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 140,0 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
150 » » = 109,5 » » nach » »
Es restiren: 30,5 » » = 0,034 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,997 g. CO_2.
Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 4,11 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,9 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0313 g. CO_2 (schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 21,6 » »
Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 139,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
150 » » = 108,0 » » nach » »
Es restiren: 31,5 » » = 0,0353 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,858 g. CO_2.

Zweite Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 3,46 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,9 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0313 g. CO_2 (schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 19,8 » »
Es wurden 100 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
100 Cbcm. BaO = 93 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
100 » » = 66 » » nach » »
Es restiren: 27 » » = 0,0302 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,872 g. CO_2.
Mittel aus 3 Bestimmungen: 0,909 g. CO_2.

Kröte (Bufo cinereus), altes Thier. — Gewicht des Thieres 50 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 29,4 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0359 g. CO_2 (schw. Bw. II,I
» nach » » 30 » » = 12 » »
Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 147 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
150 » » = 60 » » nach » »
Es restiren: 87 » » = 0,106 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,212 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 48 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,6 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0324 g. CO_2 (schw. Bw. III.)
» nach » » 30 » » = 12,6 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 138,0 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
150 » » = 60,3 » » nach » »
Es restiren: 78,7 » » = 0,0923 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,192 g. CO_2.
Mittel aus 2 Bestimmungen: 0,202 g. CO_2.

Kröte (Bufo cinereus), junge Thiere. — Gewicht von 3 Stück 5,41 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,8 Cbcm. Ō = 0,0328 g. CO_2 (schw. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 20,4 » »
Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 144 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
150 » » = 102 » » nach » »
Es restiren: 42 » » = 0,0443 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,818 g. CO_2.

Eidechse (Lacerta agilis), junges Thier. — Gewicht des Thieres 0,86 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27 Cbcm. Ō = 0,0308 g. CO_2 (schw. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 24,3 » »
Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 135,0 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
150 » » = 121,5 » » nach » »
Es restiren: 13,5 » » = 0,0154 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 1,790 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 0,73 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,9 Cbcm. Ō = 0,0318 g. CO_2 (schw. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 25,5 » »
Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 139,5 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
150 » » = 127,5 » » nach » »
Es restiren: 12,0 » » = 0,0136 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also 1,863 g. CO_2 in 6 Stunden.

Zweite Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 0,81 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,5 Cbcm. Ō = 0,0325 g. CO_2 (schw. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 25,7 » »
Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 142,5 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
150 » » = 128,5 » » nach » »
Es restiren: 14 » » = 0,0159 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 1,962 g. CO_2.
Mittel aus 3 Bestimmungen: 1,871 g. CO_2.

Insekten.

Käfer. Käferlarven.

Maikäfer (Geotrupes vernalis.) — Gewicht von 23 Stück 7,64 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0314 g. CO_2 (schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 17,3 » »
Es wurden 130 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
130 Cbcm. BaO = 121,33 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
130 » » = 74,96 » » nach » »
Es restiren: 46,37 » » = 0,052 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,680 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht von 7 Stück 2,14 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,9 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,03128 g. CO_2 (schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 24,38 » »
Es wurden 110 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
110 Cbcm. BaO = 102,30 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
110 » » = 89,39 » » nach » »
Es restiren: 12,91 » » = 0,01447 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,676 g. CO_2.
Mittel aus 2 Bestimmungen: 0,678 g. CO_2.

Laufkäfer (Carabus). — Gewicht des Thieres 1,64 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 23,9 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0268 g. CO_2 (schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 21 » »
Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 119,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
150 » » = 105,0 » » nach » »
Es restiren: 14,5 » » = 0,0161 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,981 g. CO.

Engerling. — Gewicht von 4 Stück 8,27 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,9 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0328 g. CO_2 (schw. Bw. III.)
» nach » » 30 » » = 19,8 » »
Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 139,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
150 » » = 99,0 » » nach » »
Es restiren: 40,5 » » = 0,0476 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,575 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht von 4 Stück 8,08 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,9 Cbcm. Ō = 0,0328 g. CO_2
(schw. Bw. III.)
» nach » » 30 » » = 19,5 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 139,5 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
150 » » = 97,5 » » nach » »

Es restiren: 42 » » = 0,0493 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,610 g. CO_2.
Mittel aus 2 Bestimmungen: 0,592 g. CO_2.

Schmetterlinge; Raupen, Puppen.

Fuchs (Vanessa polychloros). — Gewicht des Thieres 0,18 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,9 Cbcm. Ō = 0,03128 g. CO_2.
(schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 27,5 » »

Es wurden 110 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
110 Cbcm. BaO = 102,3 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
110 » » = 100,8 » » nach » »

Es restiren: 1,5 » = 0,0016 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,888 g. CO_2.

Kohlweissling, Raupen unausgewachsen. (Pieris brassicae.) Gewicht von 64 Stück 5,39 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 23,9 Cbcm. Ō = 0,0268 g. CO_2.
(schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 17,1 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 119,5 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
150 » » = 85,5 » » nach » »

Es restiren: 34 » » = 0,0381 g. CO_2 in 6 Stunden
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,706 g. CO_2.

Wiederholung. Ausgewachsene Thiere. — Gewicht von 10 Stück 3,02 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,5 Cbcm. Ō = 0,03083 g. CO_2.
(schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 22,5 » »

Es wurden 110 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
110 Cbcm. BaO = 100,8 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
110 » » = 82,5 » » nach » »

Es restiren: 18,3 » » = 0,0205 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,678 g. CO_2.

Ligusterschwärmerraupe (Sphinx ligustri). Gewicht des Thieres 5,47 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,9 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,03128 g. CO_2 (schw. Bw. I.)

» nach » » 30 » » = 15 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

150 Cbcm. BaO = 139,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.

150 » » = 75,0 » » nach » »

Es restiren: 64,5 » » = 0,07231 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 1,321 g. CO_2.

Ligusterschwärmerpuppe. — Gewicht des Thieres 3,87 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,5 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,03251 g. CO_2 (schw. Bw. II.)

» nach » » 30 » » = 23,1 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

150 Cbcm. BaO = 142,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.

150 » » = 115,5 » » nach » »

Es restiren: 27 » » = 0,0307 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,793 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 3,71 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,03251 g. CO_2 (schw. Bw. I.)

» nach » » 30 » » = 23,5 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

150 Cbcm. BaO = 142,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.

150 » » = 117,5 » » nach » »

Es restiren: 25 » » = 0,0285 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,768 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: 0,780 g. CO_2.

Weidenbohrer (Cossus ligniperda), Raupe im Einspinnen. — Gewicht des Thieres 4,89 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,9 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0318 g. CO_2 (schw. Bw. II.)

» nach » » 30 » » = 23,3 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

150 Cbcm. BaO = 139,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.

150 » » = 116,5 » » nach » »

Es restiren: 23 » » = 0,0262 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,535 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. Gewicht des Thieres 4,75 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,5 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,03251 g. CO_2 (schw. Bw. II.)

» nach » » 30 » » = 24,3 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

150 Cbcm. BaO = 142,5 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
150 » » = 121,5 » » nach » »
Es restiren: 21 » » = 0,0239 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,503 g. CO_2.
Mittel aus 2 Bestimmungen: 0,519 g. CO_2.

Bärraupe. Gewicht des Thieres 1,50 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,9 Cbcm. Ō = 0,0318 g. CO_2 (schw. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 25,5 » »
Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 139,5 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
150 » » = 127,5 » » nach » »
Es restiren: 12 » » = 0,0136 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,906 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. Anderes Individuum. — Gewicht des Thieres 2,58 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 29,4 Cbcm. Ō = 0,0345 g. CO_2 (schw. Bw. III.)
» nach » » 30 » » = 25,6 » »
Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 147 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
150 » » = 128 » » nach » »
Es restiren: 19 » » = 0,0211 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,817 g. CO_2.
Mittel aus 2 Bestimmungen: 0,861 g. CO_2.

Grashüpfer. — Gewicht von 38 Stück 6,94 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 23,9 Cbcm. Ō = 0,0268 g. CO_2 (schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 18 » »
Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 119,5 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
150 » » = 90 » » nach » »
Es restiren: 29,5 » » = 0,033 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also 0,475 g. CO_2 in 6 Stunden.

Grashüpfer, andere Species (2 Thiere). — Gewicht von 2 Thieren 1,57 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,5 Cbcm. Ō = 0,03083 g. CO_2 (schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 25,8 » »
Es wurden 110 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

110 Cbcm. BaO = 100,8 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
110 » » = 94,6 » » nach » »
Es restiren: 6,2 » » = 0,00695 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,442 g. CO_2.

Grashüpfer, andere Species (Locusta viridissima). — Gewicht des Thieres 1,97 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,6 Cbcm. Ō = 0,0326 g. CO_2 (schw. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 25,5 » »
Es wurden 100 Cbcm. vorgeschlagen.
100 Cbcm. BaO = 95,3 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
100 » » = 85,0 » » nach » »
Es restiren: 10,3 » » = 0,0117 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,593 g. CO_2.

Gryllus campestris. — Gewicht von 6 Thieren 0,95 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28 Cbcm. Ō = 0,0314 g. CO_2 (schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 25,7 » »
Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 140,0 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
150 » » = 128,5 » » nach » »
Es restiren: 11,5 » » = 0,01289 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 1,356 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht von 6 Thieren 0,89 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28 Cbcm. Ō = 0,0314 g. CO_2 (schw. Bw. I.)
» nach » » 30 » » = 25,2 » »
Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 140 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
150 » » = 126 » » nach » »
Es restiren: 14 » » = 0,0157 g. CO_2 in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 1,764 g. CO_2.

Zweite Wiederholung des Versuchs. Andere Individuen. — Gewicht von 11 Thieren 3,87 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,2 Cbcm. Ō = 0,0321 g. CO_2 (schw. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 21,2 » »
Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
150 Cbcm. BaO = 141 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
150 » » = 106 » » nach » »
Es restiren: 35 » » = 0,0398 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also 1,028 g. CO_2 in 6 Stunden.

Mittel aus 3 Bestimmungen: 1,382 g. CO_2.

Blattwanze (Pentatoma). — Gewicht von 10 Thieren 0,54 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28 Cbcm. Ō = 0,0314 g. CO_2 (schw. Bw. I.)

» nach » » 30 » » = 26,6 , »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

150 Cbcm. BaO = 140 Cbcm. Ō vor dem Versuch.

150 » » = 133 » » nach » »

Es restiren: 7 » » = 0,0078 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also 1,444 g. CO_2 in 6 Stunden.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht von 12 Thieren 0,64 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 27,9 Cbcm. Ō = 0,03128 g. CO_2 (schw. Bw. I.)

» nach » » 30 » » = 26,2 » »

Es wurden 110 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

110 Cbcm. BaO = 102,3 Cbcm. Ō vor dem Versuch.

110 » » = 96,0 » « nach » »

Es restiren: 6,3 » » = 0,0071 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 1,109 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: 1,276 g. CO_2.

Schnecken.

Landschnecken.

Weinbergschnecke (Helix pomatia). — Gewicht von 6 Stück 132,33 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. = 28 Cbcm. Ō = 0,0314 g. CO_2 (schw. Bw. I.)

» nach » » 30 » = 15 » »

Es wurden 250 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

250 Cbcm. BaO = 233 Cbcm. vor dem Versuch.

250 » » = 125 » nach » »

Es restiren: 108 » = 0,1211 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,091 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht von 6 Stück 118,01 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,4 Cbcm. Ō = 0,0324 g. CO_2 (schw. Bw. II.)

» nach » » 30 » » = 17,1 » »

Es wurden 150 Ccm. BaO vorgeschlagen.

150 Cbcm. BaO = 142,0 Cbcm. Ō vor dem Versuch.

150 » » = 85,5 » » nach » »

Es restiren: 56,5 » » = 0,0644 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,054 g. CO_2.

Mittel aus 2 Bestimmungen: 0,072 g. CO_2.

Sumpfschnecken (Limnaeus stagnalis. — Gewicht von 9 Stück 87,04 g.

An die Luft ausgeschiedene CO_2

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,2 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0321 g. CO_2 (schw. Bw. II.)
» » » » 30 » » = 23,1 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

150 Cbcm. BaO = 141,0 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
150 » » = 115,5 » » nach » »

Es restiren: 25,5 » » = 0,039 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,044 g. CO_2 an die Luft ab.

An das Wasser ausgeschiedene CO_2.

30 Cbcm. von einer abgemessenen Menge destillirten Wassers vor dem Versuch entnommen, mit 30 Cbcm. BaO versetzt = 28,6 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,03309 g. CO_2 (schw. Bw. II.)

30 Cbcm. von dem Wasser nach dem Versuch mit 30 Cbcm. BaO versetzt = 26,7 Cbcm. $\bar{O}$.

Die Thiere athmeten in 470 Cbcm. destillirtem Wasser.

Diese 470 Cbcm. destillirtes Wasser mit dem gleichen Volumen BaO versetzt, erfordern

vor dem Versuch: 448,0 Cbcm. $\bar{O}$
nach » » 418,3 » »

Es restiren: 29,7 » » = 0,0343 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also 0,039 g. CO_2 in 6 Stunden an das Wasser ab.

Die Gesammtkohlensäure von 100 g. Thier in 6 Stunden beträgt demnach 0,083 g.

Planorbis cornas. — Gewicht von 4 Stück 24,92 g.

An die Luft ausgeschiedene CO_2.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,8 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0328 g. CO_2 (schw. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 24,6 » »

Es wurden 100 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

100 Cbcm. BaO = 96 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
100 » » = 82 » » nach » »

Es restiren: 14 » » = 0,0159 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,064 g. CO_2 an die Luft ab.

An das Wasser ausgeschiedene CO_2.

30 Cbcm. von einer abgemessenen Menge destillirten Wassers vor dem Versuch entnommen, mit 30 Cbcm. BaO versetzt = 28,6 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0326 g. CO_2 (schw. Bw. II.)

30 Cbcm. von dem Wasser nach dem Versuch mit 30 Cbcm. BaO versetzt = 28,5 Cbcm. $\bar{O}$.

Die Thiere athmeten in 470 Cbcm. destillirtem Wasser.

Diese 470 Cbcm. destillirtes Wasser mit dem gleichen Volumen BaO versetzt erfordern

vor dem Versuch : 448,0 Cbcm. $\bar{O}$
nach » » 446,5 » »
Es restiren : 1,5 » » = 0,0017 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,006 g. CO_2 an das Wasser ab.

Die Gesammtkohlensäure von 100 g. Thier in 6 Stunden beträgt sonach 0,070 g.

Paludina vivipara. — Gewicht von 2 Stück 12,99 g.

An die Luft ausgeschiedene CO_2.

Titre vor dem Versuch : 30 Cbcm. BaO = 28,8 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0328 g. CO_2 (schw. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 24 » „

Es wurden 100 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

100 Cbcm. BaO = 96 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
100 » » = 80 » » nach » »
Es restiren : 16 » » = 0,0182 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,140 g. CO_2 an die Luft ab.

An das Wasser ausgeschiedene CO_2.

30 Cbcm. von einer abgemessenen Menge destillirten Wassers vor dem Versuch entnommen, mit 30 Cbcm. BaO versetzt = 28,7 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0327 g. CO_2 (schw. Bw. II.)

30 Cbcm. von dem Wasser nach dem Versuch mit 30 Cbcm. BaO versetzt = 28,5 Cbcm. $\bar{O}$.

Die Thiere athmeten in 470 Cbcm. destillirtem Wasser.

Diese 470 Cbcm. destillirtes Wasser mit dem gleichen Volumen BaO versetzt, erfordern

vor dem Versuch : 449,6 Cbcm. $\bar{O}$
nach » » 446,5 » »
Es restiren : 3,1 » » = 0,00353 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,027 g. CO_2 an das Wasser ab.

Die Gesammtkohlensäure von 100 g. Thier in 6 Stunden beträgt sonach 0,167 g.

Würmer.

Regenwurm (Lumbricus). — Das Gewicht von 11 Stück 9,57 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,8 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0328 g. CO_2 (schw. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 22,8 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

150 Cbcm. BaO = 144 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
150 » » = 114 » » nach » »
Es restiren: 30 » » = 0,0341 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,356 g. CO_2.

Blutegel, frisch (Sanguisuga officinalis). — Das Gewicht von 6 Stück 8,85 g.

An die Luft ausgeschiedene CO_2.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,5 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0325 g. CO_2 (schw. Bw. II.)
» nach » » 30 » » = 22,2 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

150 Cbcm. BaO = 142,5 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
150 » » = 111,1 » » nach » »
Es restiren: 31,4 » » = 0,0358 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,404 g. CO_2 an die Luft ab.

An das Wasser ausgeschiedene CO_2.

30 Cbcm. von einer abgemessenen Menge destillirten Wassers vor dem Versuch entnommen, mit 30 Cbcm. BaO versetzt = 28,5 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0325 g. CO_2 (schw. Bw. II.)

30 Cbcm. von dem Wasser nach dem Versuch mit 30 Cbcm. BaO versetzt = 28,2 Cbcm. $\bar{O}$.

Die Thiere athmeten in 490 Cbcm. destillirtem Wasser.

Diese 490 Cbcm. destillirtes Wasser mit dem gleichen Volumen BaO versetzt, erfordern

vor dem Versuch: 465,5 Cbcm. $\bar{O}$
nach » » 460,6 » »
Es restiren: 4,9 » » = 0,00557 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,062 g. CO_2 an das Wasser ab.

Die Gesammtkohlensäure von 100 g. Thier in 6 Stunden beträgt sonach 0,466 g.

Wiederholung des Versuchs. Schon gebrauchte Thiere. — Gewicht von 6 Stück 6,69 g.

An die Luft ausgeschiedene CO_2.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 28,8 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0328 g. CO_2 (schw. Bw. II.)

» nach » » 30 » » = 25,8 » »

Es wurden 150 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

150 Cbcm. BaO = 144 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.

150 » » = 129 » » nach » »

Es restiren: 15 » » = 0,017 g. CO_2 in 5 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,254 g. CO_2 an die Luft ab.

An das Wasser ausgeschiedene CO_2.

30 Cbcm. von einer abgemessenen Menge destillirten Wassers vor dem Versuch entnommen, mit 30 Cbcm. BaO versetzt = 28,8 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0328 g. CO_2 (schw. Bw. II.)

30 Cbcm. von dem Wasser nach dem Versuch mit 30 Cbcm. BaO versetzt = 28,6 Cbcm. $\bar{O}$.

Die Thiere athmeten in 470 Cbcm. destillirtem Wasser.

Diese 470 Cbcm. destillirtes Wasser, mit dem gleichen Volumen BaO versetzt, erfordern

vor dem Versuch: 451,2 Cbcm. $\bar{O}$

nach » » 448,0 » »

Es restiren: 3,2 » » = 0,000364 g. CO_2 in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 0,054 g. CO^2 an das Wasser ab

Die Gesammtkohlensäure von 100 g. Thier in 6 Stunden beträgt sonach 0,308 g.

II.

Einfluss von farbigem Licht auf die Kohlensäureausscheidung bei demselben Thiere (Hausmaus, ausgewachsen).

Violettes Licht. — Gewicht des Thieres 17,82 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 83,1 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0961 g. CO_2 (st. Bw. IV.)

» nach » » 30 » » = 72 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

300 Cbcm. BaO = 831 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.

300 » » = 720 » » nach » »

Es restiren: 111 » » = 0,128 g. CO_2 in 1 Stunde.

= 0,768 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 4,130 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 16 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 78,6 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0919 g. CO_2 (st. Bw. V.)

» nach » » 30 » » = 69 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
300 Cbcm. BaO = 786 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
300 » » = 690 » » nach » »
Es restiren: 96 » » = 0,112 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,672 » » in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 4,200 g. CO_2.
Mittel aus 2 Bestimmungen: 4,165 g. CO_2.

Rothes Licht. — Gewicht des Thieres 17,82 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 83,1 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0961 g. CO_2 (st. Bw. IV.)
» nach » » 30 » » = 71,8 » »
Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
300 Cbcm. BaO = 831 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
300 » » = 718 » » nach » »
Es restiren: 113 » » = 0,130 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,780 » » in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 4,377 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 16 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 78,3 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0915 g. CO_2 (st. Bw. V.)
» nach » » 30 » » = 67,8 » »
Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
300 Cbcm. BaO = 783 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
300 » » = 678 » » nach » »
Es restiren: 105 » » = 0,122 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,732 » » in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 4,575 g. CO_2.
Mittel aus 2 Bestimmungen: 4,476 g. CO_2.

Weisses Licht (milchweiss). — Gewicht des Thieres 17,82 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 83,1 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0961 g. CO_2 (st. Bw. IV.)
» nach » » 30 » » = 70,7 » »
Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
300 Cbcm. BaO = 831 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch,
300 » » = 707 » » nach » »
Es restiren: 124 » » = 0,143 g CO_2 in 1 Stunde.
= 0,858 » » in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 4,814 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 15 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 78,9 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0923 g. CO_2 (st. Bw. V.)
» nach » » 30 » » = 67,2 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
300 Cbcm. BaO = 789 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
306 » » = 672 » » nach » »
Es restiren: 117 » » = 0,136 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,716 » » in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 4,773 g. CO_2.
Mittel aus 2 Bestimmungen: 4,793 g. CO_2.

Blaues Licht. — Gewicht des Thieres 17,82 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 83,1 Cbcm. Ō = 0,0961 g. CO_2 (st. Bw. IV.)
» nach » » 30 » » = 68,3 » »
Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
300 Cbcm. BaO = 831 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
300 » » = 683 » » nach » »
Es restiren: 148 » » = 0,171 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 1,026 g. » in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 5,757 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 15 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 78,6 Cbcm. Ō = 0,0919 g. CO_2 (st. Bw. V.)
» nach » » 30 » » = 65,7 » »
Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
300 Cbcm. BaO = 786 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
300 » » = 657 » » nach » »
Es restiren: 127 » » = 0,150 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,900 » » in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 6,000 g. CO_2.
Mittel aus 2 Bestimmungen: 5,878 g. CO_2.

Grünes Licht. — Gewicht des Thieres 18,82 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 84,9 Cbcm. Ō = 0,10157 g. CO_2 (st. Bw. III.)
» nach » » 30 » » = 63,2 » »
Es wurden 240 Cbcm. BaO vorgeschlagen.
240 Cbcm. BaO = 679,2 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
240 » » = 505,6 » » nach » »
Es restiren: 173,6 » » = 0,207 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 1,242 » » in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 6,068 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 17 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 78,3 Cbcm. Ō = 0,0915 g. CO_2 (st. Bw. V.)
» nach » » 30 » » = 62,8 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

300 Cbcm. BaO = 783 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
300 » » = 628 » » nach » »
Es restiren: 155 » » = 0,181 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 1,086 » » in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 6,388 g. CO_2.

Zweite Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 15 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 79,2 Cbcm. Ō = 0,0954 g. CO_2 (st. Bw. IV.)
» nach » » 30 » » = 66,6 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

300 Cbcm. BaO = 792 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
300 » » = 666 » » nach » »
Es restiren: 126 » » = 0,151 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,906 » » in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 6,040 g. CO_2.
Mittel aus 3 Bestimmungen: 6,165 g. CO_2.

Gelbes Licht. — Gewicht des Thieres 17,82 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 83,1 Cbcm. Ō = 0,0961 g. CO_2 (st. Bw. IV.)
» nach » » 30 » » = 62,4 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

300 Cbcm. BaO = 831 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
300 » » = 624 » » nach » »
Es restiren: 207 » » = 0,239 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 1,434 » » in 6 Stunden.
100 g. Thier geben also in 6 Stunden 8,047 g. CO_2.

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 17 g.
Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 78,3 Cbcm. Ō = 0,0915 g. CO_2 (st. Bw. V.)
» nach » » 30 » » = 63,9 » »

Es wurden 220 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

220 Cbcm. BaO = 574,2 Cbcm. Ō vor dem Versuch.
220 » » = 468,6 » » nach » »
Es restiren: 105,6 » » = 0,1234 g. CO_2 in einer halben Stunde.
= 1,4808 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 8,710 g. CO_2.
Mittel aus 2 Bestimmungen: 8,378 g. CO_2.

Kohlensäureausscheidung derselben Maus in 6 Nachtstunden.

Gewicht des Thieres 16 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 79,5 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0957 g. CO_2 (st. Bw. VI.)

» nach » » 30 » » = 72,8 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

300 Cbcm. BaO = 795 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
300 » » = 728 » » nach » »

Es restiren: 67 » » = 0,0806 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,4836 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 3,022 g. CO_2

Wiederholung des Versuchs. — Gewicht des Thieres 16 g.

Titre vor dem Versuch: 30 Cbcm. BaO = 79,5 Cbcm. $\bar{O}$ = 0,0957 g. CO_2 (schw. Bw. VI.)

» nach » » 30 » » = 72,5 » »

Es wurden 300 Cbcm. BaO vorgeschlagen.

300 Cbcm. BaO = 795 Cbcm. $\bar{O}$ vor dem Versuch.
300 » » = 725 » » nach » »

Es restiren: 70 » » = 0,087 g. CO_2 in 1 Stunde.
= 0,522 » » in 6 Stunden.

100 g. Thier geben also in 6 Stunden 3,262 g. CO_2.
Mittel aus 2 Bestimmungen: für 100 g. Thier und 6 Stunden 3,142 g. CO_2.

Zur chemischen Zusammensetzung der Lössbildungen.

Von

Dr. A. Hilger.

Diese für die Landwirthschaft so ausserordentlich wichtige Diluvialbildung, die wohl nach den Forschungen von Sandberger[1]) mit Bestimmtheit in den meisten Fällen in die

[1]) Journal f. Landwirthschaft 1869.

Eiszeit verlegt werden muss, ist noch lange nicht in ihrem wahren Werthe anerkannt. Kommen doch immer noch verhältnissmässig sehr häufig Verwechslungen dieser Bildung mit Lehm vor und werden nicht selten auch reine Mergelmassen mit Löss verwechselt!

Figuriren doch noch Namen wie Lösslehm, Lössmergel, in wissenschaftlichen Abhandlungen ohne nähere Charakteristik! (Lorscheid, Landwirthschaftliche Zeitung für das nordwestliche Deutschland 1867.)

Die Arbeiten von Fallow [1], Sandberger und v. Richthofen haben uns über die Bildung [2] und Verbreitung dieser Sedimentablagerungen Aufschluss gegeben, so dass wir unsere deutschen Lössablagerungen wohl als Absätze aus Hochwassern analog den Schlammabsätzen unserer Flüsse zu betrachten haben.

Die chemische Zusammensetzung dieser Ablagerungen ist uns eigentlich erst durch die Arbeiten von Wicke auf Veranlassung Sandberger's klarer geworden; auch ich hatte Gelegenheit im Jahre 1872 [3]) einen kleinen Beitrag in dieser Richtung zu liefern. Mit diesen wenigen Analysen, die bis jetzt vorliegen, dürfen wir aber das Thema in diesem Falle nicht als abgeschlossen betrachten, müssen im Gegentheile von den verschiedensten Orten Proben zum genauen chemischen Studium entnehmen, um namentlich bestehende Meinungsverschiedenheiten über die Entstehung des Löss vollständig zu klären. Und so kann ich heute einen Beitrag abermals liefern durch Untersuchung einer Lössablagerung von Geisnidda in Ober-Hessen nebst Lössconcretionen, welche manche interessante Beziehungen bietet.

Bevor ich jedoch zur Mittheilung meiner Resultate übergehe, dürfte eine kurze Charakteristik dieser so wichtigen geologischen Bildung nach den Mittheilungen unserer Geologen gerade an diesem Orte am Platze sein.

---

1) Agronomische Zeitung. 1867.

2) Geologische Reichsanstalt. Verhandlungen 1872.

3) Agriculturchem. Laboratorium f. Unterfranken. Bericht. 1872.

Mit Löss bezeichnet man eine lockere, mehr oder weniger erbsen- oder graugelb gefärbte Masse, mit feinem Kalkstaube, Quarzkörnchen, Glimmerblättchen versehen, auch Augit, Hornblende, Granat führend. Je nach dem Vorwalten des einen oder anderen Bestandtheiles zeigt der Löss grössere oder geringere Wasserhaltungsfähigkeit; doch bleibt sein tiefgründiger Boden in allen Fällen gleich weit entfernt von den Nachtheilen eigentlicher Thonboden und leichter Sandboden.

Sehr charakteristisch für den Löss bleiben die eigenthümlichen Concretionen Lössmännchen, Kupsteine, Lösspüppchen, Lösskindel genannt, thonig-dolomitische Kalksteine, welche wohl auf die Weise gebildet wurden, dass der Löss durch Berührung mit den Atmosphärilien eine Auslaugung des Kalkes theilweise erfahren hat, der sich in tieferen Partien concentrirte und durch Berührung mit Wurzeln etc. Veranlassung zu diesen Bildungen gab.

Was die organischen Reste im Löss betrifft, die zur Sicherstellung einer Lössablagerung nothwendig sind, so sind es vor Allem Landschnecken, und zwar können als Leitmuscheln bezeichnet werden:

Succinea oblonga Drap., Helix hispida Lin., Helix arbustorum Lin., Pupa muscorum Drap.

Sandberger warnt hier namentlich vor Verwechslungen mit Conchylien, die an Lössabhängen leben, wie Pupa frumentum, Bulimus detritus, Helix candidula, und leicht durch die brüchige Beschaffenheit ihrer Schale kenntlich sind[1]).

Die Verbreitung der Lössablagerungen erstreckt sich nicht bloss auf Europa, sondern auch auf andere Continente, wie Nordamerika, Südamerika, China, mit einer Lössablagerung nach v. Richthofen von einem Flächenraume, nahezu so gross wie das deutsche Gebiet.

Besonders bedeutungsvoll für die Landwirthschaft sind die mächtigen Lössablagerungen der Stromgebiete des Rheines, der

---

[1]) Nicht unerwähnt kann bleiben das stete Vorkommen von Säugethierresten im Löss: Mammuth, Nashorn, Diluvialpferd, Rennthier, in Form von Knochen.

Elbe, der Donau, der Maass, Schelde nebst den Gebieten der Nebenflüsse (Main, Neckar, Aar, etc.). Wir treffen demnach bedeutende Lössablagerungen in Baden, Rheinpfalz, Hessen, Prozinz Hessen und Nassau, Rheinprovinz, in Bayern (Ochsenfurther und Schweinfurthergau in Unter- und Mittelfranken, Niederbayern, Oberpfalz, »die sog. Kornkammern Bayerns«, Sachsen, Schlesien, überhaupt in dem sog. nordeuropäischen Schwemmlande.

Niederösterreich, Mähren, Galizien, Ungarn stehen nicht zurück. Die Nordgrenze für das Lössgebiet sehen wir am Nordabhange des Harzes.

Endlich sind bedeutende Lössbildungen im Süden von Belgien zu treffen[1].

Die Fruchtbarkeit des Löss und seiner Bodenarten documentirt sich aus der chemischen Analyse, dem Kali-, Phosphorsäure-, Kalk-, Bittererdegehalt in verhältnissmässig leicht löslicher Form und anderer wichtiger physikalischer Verhältnisse. Die lockere Beschaffenheit fördert die Verwitterung und ist die Ursache der leichten Bearbeitungsfähigkeit mittelst Ackerwerkzeugen. Wir haben in der Praxis nur auf einen Misstand bei Lössboden aufmerksam zu sein, der sich dort manchmal ergiebt, wo sich Lössablagerungen auf Plateaus finden bei schlecht gelockertem Untergrunde. Es ist das Austrocknen, dem aber mit glänzenden Resultaten entgegengewirkt werden kann durch eine Tiefcultur. Der Dampfpflug, falls die Terrainverhältnisse es gestatten, wird hier Wunder wirken. Der Löss bleibt stets ein vortrefflicher Getreideboden, ebenso werden Lösswiesen bei gehöriger Berieselung vorzüglich im Ertrage bleiben. Auch der Weinbau, Obst- und Futterbau (Esparsette, Luzerne) werden mit Lössboden keine schlechten Resultate erzielen. Endlich ist der Löss als Meliorationsmaterial in hohem Grade schätzenswerth.

---

[1]) Der Löss ist stets auf Geröllmassen oder auch Thon aufgelagert von der verschiedensten Zusammensetzung, und wir beobachten die verschiedenartigste Unterlage in den Gesteinsverhältnissen. Wir sehen Lössablagerungen auf Grauwacke, Granit, Feldspath-Basalt, Glimmerschiefer, Porphyr, Zechstein, Plänerkalk etc.

Der Löss von Geisnidda, der vorhin erwähnt wurde, wurde mir von Herrn Professor Dr. Sandberger nebst Concretionen aus derselben Fundquelle zur Untersuchung überlassen.

Dieser Löss, eine Thallössbildung bei Nidda in Oberhessen, bildet 20—30′ hohe Wände am Rande des Niddathales und liegt unmittelbar auf Feldspath-Basalt auf. Die Probe, welche untersucht wurde, wurde etwa 10 Minuten von Geisnidda am Wege nach Dauernheim entnommen. Nach Mittheilung von Sandberger ist dieser Löss reich an Succinea oblonga, Helix hispida, und Pupa muscorum. Auch sind ganz in der Nähe Mammuth und Rhinoceros tichorhinus in ihm gefunden worden. Im höchsten Grade interessant war das Resultat der qualitativen Analyse, welche nämlich Lithium in dem in Säuren unlöslichen Theile spectralanalytisch nachwies und zwar in solchen Mengen, dass sofort an eine quantitative Bestimmung gedacht werden musste, was auch sich bestätigte.

Das Resultat der quantitativen Analyse, mit Unterstützung des Herrn L. Mutschler, Cand. chem., ausgeführt, war Folgendes:

I. Löss:

in HCl löslich 31,218 %;		in HCl unlöslich: 68,782 %	
davon: CaO =	6,263	davon: SiO_2 =	55,286
MgO =	1,549	CaO =	0,875
CO_2 =	6,020	MgO =	0,112
K_2O =	0,441	Al_2O_3 =	9,158
Na_2O =	0,327	Fe_2O_3 =	1,549
Cl =	0,032 an Na gebunden.	K_2O =	1,439
Fe_2O_3 =	3,723	Na_2O =	0,938
Al_2O_3 =	2,015	Li_2O =	0,0074
SiO_2 =	6,852		69,3644
H_3PO_4 =	0,978		
H_2O =	2,649		
	30,849		

II. Lössconcretion in demselben Löss.

in HCl löslich 79,228 %

davon: CaO = 39,366

MgO = 0,088

CO_2 =	31,026
K_2O =	0,085
Na_2O =	0,094
Fe_2O_3 =	1,494
Al_2O_3 =	1,379
SiO_2 =	2,463
H_3PO_4 =	0,424
$H_2\ O$ =	2,650
	79,069

in HCl unlöslich: 20,772 %

davon: SiO_2 =	14,526
Al_2O_3 =	3,715
Fe_2O_3 =	0,624
Na_2O =	0,952
K_2O =	0,615
MgO =	0,320
	20,752.

Wir haben es hier mit einer Lössbildung zu thun, die sich in ihrer Zusammensetzung durch einen geringen Gehalt an kohlensaurem Kalke auszeichnet, aber in ihrem Phosphorsäuregehalt alle bis jetzt untersuchten Lössproben übersteigt. Auf den Gehalt an NaCl wurde ebenfalls Rücksicht genommen und in dem in Wasser löslichen Theile 0,369 % NaCl gefunden.

Das Auftreten der Phosphorsäure in den Concretionen, was ich schon bei einer Concretion des Mainthales beobachtet habe, lässt sich nach der oben angedeuteten Entstehungsweise durch einen Auslaugungsprocess des vorhandenen phosphorsauren Kalkes durch CO_2-haltige Wässer erklären.

Ich gebe nun zum Schlusse eine vergleichende Uebersicht der bis jetzt untersuchten wahren Lössproben und Concretionen:

(Tabelle folgende Seite.)

I. Löss.

	Aus dem Siebengebirge. Kjeruef.	Von Bonn. Albr. Bischoff.	Bei Ems. Wicke.	Erbenheimer Thal, Wiesbaden. Wicke.	Heidingsfeld Mainthal. Wicke.	Mauer, Baden. Wicke.	Pitten, Oesterreich. Wicke.	Thallöss, Zell Mainthal. Hilger.	Berglöss, Haugler Höfe Mainthal. Hilger.	Geisnidda, Oberhessen. Hilger.
$CaCO_3$	20,16	17,63	13,04	10,34	24,96	29,28	27,43	25,24	20,64	9,81
$MgCO_3$	4,21	3,02	—	—	3,78	1,98	8,96	4,10	3,69	3,25
$FeCO_3$	—	—	—	—	—	—	5,41	—	—	—
SiO_2	58,97	62,43	60,28	66,68	55,51	52,38	31,43	55,62	58,29	62,13
Fe_2O_3	4,25	5,14	6,38	8,70	4,57	2,75	1,61	3,26	4,62	5,27
Al_2O_3	9,97	7,51	8,57	8,68	7,77	6,60	12,98	6,42	5,31	11,17
CaO	0,02	—	1,10	2,76	0,80	0,41	—	1,26	2,67	1,64
MgO	0,04	0,21	2,15	1,69	0,42	1,91	—	0,52	1,24	0,11
K_2O	1,11	} 1,75	2,00	0,56	1,21	3,22	3,72	1,56	2,16	1,48
Na_2O	0,84		—	1,13	0,91	1,27	1,46	1,40	0,91	0,93
H_3PO_4	—	—	0,15	0,48	0,14	0,41	Spuren	0,26	0,31	0,97
H_2SO_4	—	—	—	—	—	—	1,22	0,26	0,71	Spuren
Li_2O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,007
K_2O } in HCl	—	—	—	—	—	—	—	0,08	0,12	0,441
Na_2O } löslich	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,299
H_2O und organ. Substanz	1,37	2,31	0,80	0,72	0,72	0,81	2,46	—	—	2,64
Cl als NaCl	—	—	—	—	—	—	—	0,042	0,031	0,032

II. Lössconcretionen.

	Heidenberg Wiesbaden. P. Meyer.	Mainthal. Hilger.	Geisnidda. Hilger.
$CaCO_3$	55,22	60,26	70,296
$MgCO_3$	17,76	14,24	0,185
Fe_2O_3	4,95	3,60	2,118
Al_2O_3	—	—	5,094
CaO	—	—	—
MgO	—	—	0,320
K_2O	—	—	0,615
Na_2O	—	—	0,952
K_2O } in HCl . . .	—	0,024	0,085
Na_2O } löslich . . .	—	—	0,094
H_2O + org. Subst. . .	—	—	2,650
H_3PO_4	—	0,012	0,424
Thon + Sand. . . .	21,35	20,94	—

Erlangen, Laboratorium f. angewandte Chemie der Universität, im März 1875.

Forstlich-chemische Untersuchungen

ausgeführt im chem. Laboratorium der Akademie Hohenheim.

Von

Dr. L. Dulk,

z. Z. Chemiker der Preuss. Geolog. Landesanstalt.

In den letzten Jahren ist forstliches Material in mehreren Laboratorien Gegenstand chemischer Untersuchungen gewesen; es steht zu erwarten, dass die Anwendung der chemischen Analyse zur Beobachtung der verschiedenen Naturprocesse, welche mit dem Gedeihen unserer Wälder in engerem Zusammenhang

stehen, ebenso brauchbare Anhaltspunkte für eine rationelle Bewirthschaftung der auf einem zur landwirthschaftlichen Cultur mehr oder minder nicht tüchtigen Boden gehegten Forste zu Tage fördern wird, wie sie allgemein schon für den Ackerbau von Bedeutung geworden sind.

Zu den vorliegenden, vorzugsweise durch Herrn Prof. Dr. Baur in Hohenheim angeregten Untersuchungen dienten die wichtigeren Saatschulpflanzen, ferner Buchenblätter und Kiefernadeln in verschiedenen Wachsthumszeiten, und schliesslich einige Proben von Waldstreu.

Die jungen Pflanzen und die Blattorgane durften als besonders geeignetes Untersuchungsmaterial schon insofern angesehen werden, als sie dem Holze älterer Bäume gegenüber bei ihrer Verbrennung bedeutendere Mengen von Asche hinterlassen, und ihre Asche sich durch einen beträchtlichen Gehalt an mineralischen, im Boden nur spärlich vorhandenen Nährstoffen auszeichnet; denn es ist, wie allgemein bekannt, die Bildung der organischen Nähr- und Baustoffe des Holzes eng verbunden mit dem Vorhandensein von mineralischen Nährstoffen; wir finden z. B. in den Pflanzen im Allgemeinen Phosphorsäure und Magnesia als treue Begleiter der Proteinstoffe, des protoplasmatischen Zellsaftes, das Kali zu- oder abnehmend zusammen mit den löslichen sogenannten Kohlehydraten, und sehen, dass der Kalk vorzugsweise in den Blattorganen seine Verwendung findet. Es werden somit Pflanzen und Pflanzentheile, welche besonders reich sind an solchen Mineralstoffen, auch ein bevorzugtes Moment im Haushalte des Waldes repräsentiren, und wir werden aus der Zu- oder Abnahme solcher fixen Bestandtheile in denselben einige Schlüsse ziehen können über das Wesen und die zeitliche Intensität der in ihnen vor sich gehenden chemischen Processe.

Andererseits werden wir auch, weil sich in ihnen relativ grosse Quantitäten von Bodenbestandtheilen vorfinden, welche je nach der Beschaffenheit des Bodens und je nach dem Bedarf der betreffenden Pflanze sich verschieden gestalten, hier am besten einige Anhaltspunkte gewinnen können über den Nährstoffbedarf derselben, d. h. über die Ansprüche, welche die ver-

schiedenen Pflanzen an den Boden machen, und wir werden hinsichtlich der Wahl einer zum Anbau der verschiedenen Holzarten geeigneten geologischen Grundlage oder auch über eine etwaige zweckmässige künstliche Verbesserung des Bodens einige chemische Gesichtspunkte ableiten können.

Die Waldstreu schliesslich, deren werthvolle Eigenschaften wohl von keinem Forstwirthe in Frage gestellt werden, dient auch dem Landwirthe als nutzbares Material; es schien daher geboten, die Eigenschaften derselben in verschiedenen Alterszuständen zu untersuchen, um vielleicht zu erfahren, zu welcher Zeit sie wohl mit möglichst geringem Nachtheil für den Wald demselben entnommen werden könne.

I. Untersuchung der Saatschulpflanzen[1].

Zu derselben dienten: einjährige Buchen und Kiefern, ferner einjährige, zweijährige und vierjährige Fichten, welche letztere gleichmässig gewachsen in den Wald hätten verpflanzt werden können. Buchen und Kiefern wurden am 3. April 1873, die Fichten acht Tage später in zur Untersuchung genügender Menge aus zusammenhängenden Riefensaaten ausgenommen; die der einjährigen Fichtensaat entnommenen Pflanzen waren leider nicht ganz normal, sie waren schlecht aufgegangen und sahen etwas schwächlich aus. Sämmtliche Pflanzen stammen aus bisher ungedüngten Theilen der auf einer etwas sandigen Liasschicht, sogenanntem Schleissboden, gelegenen Saatschule des Hohenheimer Reviers, sie sind somit unter gleichen Bodenverhältnissen aufgewachsen, und die Vergleichung der von ihnen aufgenommenen Mengen von mineralischen Nährstoffen wird uns anzeigen können, in welchem Sinne bei den verschiedenen Holzarten der Nährstoffbedarf ein verschiedener ist und folglich durch ihre Anpflanzung die Erschöpfung des Bodens vorzugsweise erfolgen wird; auch werden wir daraus ein weiteres Urtheil über die absolute Ausnutzung des Saatschulbodens gewinnen können.

---

[1]) Ein ausführlicheres Referat über dieselbe befindet sich in der von Prof. Baur redigirten Monatsschrift für Forst- und Jagdwesen. 1874.

Die Pflanzen wurden mit möglichster Sorgfalt ausgenommen, im Laboratorium gut gewaschen, ungefähr 8 Tage an der Luft trocknen gelassen, gewogen, einer Bestimmung der Trockensubstanz und einer vollständigen Aschenanalyse unterworfen.

Die relative Production an organischer Substanz durch die verschiedenen Pflanzen, und das Verhältniss der Wurzelmasse zu der des Stammes zeigt folgende Tabelle.

100 Pflanzen enthalten:

	Einjähr. Kiefern Gramm		Einjähr. Buchen Gramm		Einjähr. Fichten Gramm		Zweijähr. Fichten Gramm		Vierjähr. Fichten Gramm	
Trockensubstanz:	17,64		115,5		10,26		47,12		431,4	
in den Stämmen u. in den Wurzeln	St. 41,91	W. 2,73	St. 48,03	W. 67,47	St. 8,88	W. 2,25	St. 39,65	W. 7,47	St. 328,6	W. 102,8
Verhältniss der Rohasche weniger Kohlensäure für Stämme und Wurzeln	100.30,19		100:143		100:20,66		100:14,4		100:24,51	

Eine einjährige Buche enthielt also durchschnittlich 1,155 Grm. Trockensubstanz, ein viel geringeres Wachsthum, (beinahe um den zehnten Theil) zeigten einjährige Kiefern und die Fichten; letztere nahmen jedoch von Jahr zu Jahr in einer mehr geometrischen Progression bedeutend zu. Aus den gegebenen Verhältnisszahlen für Wurzelmasse und Masse der oberirdischen Organe ersehen wir, dass die Buchen mehr organische Substanz in den Wurzeln enthielten, umgekehrt die Kiefern und Fichten, bei welchen die Trockensubstanz der Wurzeln etwa $^1/_3$ bis $^1/_5$ der oberirdischen beträgt. Bei den Fichten scheinen die Wurzeln im dritten und vierten Jahre schneller zugenommen zu haben als die oberirdischen Theile. Ganz dasselbe gilt von dem Gehalte der Pflanzentheile an mineralischen Stoffen.

Die Analyse der Reinaschen (nach Abzug der Kohlensäure) lieferte folgende Resultate.

100 Grm. Reinasche enthielten:

	Einjähr. Fichten	Zweijähr. Fichten	Vierjähr. Fichten	Einjähr. Kiefern	Einjähr. Buchen.
Kieselsäure . .	5,024	11,658	10,920	12,365	8,03
Schwefelsäure .	7,719	5,735	6,048	6,908	7,89
Phosphorsäure .	18,600	15,450	16,070	19,37	12,37
Kalk	35,980	28,810	30,600	18,40	34,56
Magnesia . . .	5,564	6,251	5,478	6,04	6,58
Kali	21,420	21,880	19,140	26,22	20,22
Eisenoxyd . .	4,894	4,941	5,167	9,34	5,47
Manganoxydul-oxyd . . .	0,793	1,617	3,497	1,64	1,66

Bei allen Aschen dieser jungen Pflanzen ist bemerkenswerth, dass sie an Phosphorsäure und Kali, den wichtigsten und im Boden nur spärlich vorhandenen Nährstoffen, viel reicher sind, als die Aschen des entsprechenden Holzes älterer Bäume (in der Fichtenholzasche z. B. ist gefunden worden an Phosphorsäure c. 5%, für die Kiefer c. 7% und für die Buche c. 6%), dagegen ärmer an Kalk; der Kalkgehalt schwankt in der Asche der Saatschulpflanzen zwischen 18% und 35%, in den entsprechenden Aschen älterer Bäume dagegen zwischen 50% und 65%.

Vergleichen wir die in dieser Tabelle gegebenen Resultate untereinander, so sehen wir, dass der Gehalt der Reinasche an Phosphorsäure und Schwefelsäure bei den einjährigen Fichten grösser ist, als bei den zweijährigen, und sich vom zweiten bis zum vierten Jahre nur wenig ändert; am meisten Phosphorsäure enthält die Kiefernasche, am wenigsten die der Buchen. Den grössten Kaligehalt der Asche finden wir gleichfalls bei der Kiefer, einen viel geringeren bei der Buche; bei den einjährigen und zweijähr. Fichten ist er etwas grösser, als bei den einjähr. Buchen, und bei den vierjähr. Fichten etwas geringer. Die in der Asche enthaltenen Mengen von Eisen und Mangan werden bei den Fichten mit jedem Jahre grösser, und zwar wächst der Mangangehalt ziemlich bedeutend.

Ein übersichtlicheres Bild über die durch die verschiedenen

Pflanzen erfolgte Aufnahme von Bodenbestandtheilen giebt folgende Tabelle, in welcher die analytischen Resultate auf Procente der Trockensubstanz berechnet sind:

1000 Grm. Trockensubstanz enthalten:

	Einjähr. Fichten	Zweijähr. Fichten	Vierjähr. Fichten	Einjähr. Kiefern	Einjähr. Buchen
Reinasche . .	30,7	25,38	25,83	24,41	26,16
Kieselsäure . .	1,542	2,959	2,821	3,028	2,095
Schwefelsäure .	2,370	1,455	1,562	1,680	2,064
Phosphorsäure .	5,711	3,921	4,152	4,668	3,234
Kalk	11,045	7,312	7,906	4,503	9,040
Magnesia . . .	1,708	1,586	1,413	1,480	1,724
Kali	6,578	5,553	4,945	6,376	5,290
Eisenoxyd . .	1,503		1,335	2,286	1,431
Manganoxydul-		1,254			
oxyd . . .	0,243	0,410	0,903	0,401	0,434

Es ist somit der Gesammtgehalt der Trockensubstanz an mineralischen Bestandtheilen bei diesen Pflanzen ziemlich gleich und schwankt zwischen 2,44% und 2,61%. Eine Ausnahme sehen wir bei den einjähr. Fichten, deren Trockensubstanz 3,07% Reinasche enthält; wie schon oben erwähnt, waren diese Pflanzen schlecht aufgegangen und von krankhaftem Aussehn, und es dürfte zu vermuthen sein, dass dieser krankhafte Zustand im Zusammenhange steht mit dem hohen Gehalt derselben an Reinasche, welcher bei genauerer Betrachtung obiger Tabelle sich zurückführen lässt auf einen unverhältnissmässig hohen Kalkgehalt. Derselbe wurde zu 1,1045% gefunden und ist demnach um etwa die Hälfte grösser, als derjenige der 2jähr. und 4jähr. Fichten, was mit der allgemeinen Erfahrung, dass die Pflanzen und Pflanzentheile in ihrer Jugend weniger Kalk enthalten als in späteren Entwicklungsstadien, im Widerspruch steht. Wir können daher mit der grössten Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die auf diesem Boden gewachsenen einjähr. Fichten normal ausgebildet in 1000 Grm. Trockensubstanz c. 7 Grm. Kalk enthalten, wenigstens sich in dieser Beziehung enger an die 2jähr. und 4jähr. Fichten anschliessen würden.

Unter dieser Annahme hätten wir dann auch hier c. 2,6% Reinasche in der Trockensubstanz. Aus andern Analysen ist nun bekannt, dass das lufttrockene Holz der entsprechenden älteren Bäume 0,2% bis 0,5% Reinasche liefert; es sind somit in den Saatschulpflanzen c. 4 bis 8 mal soviel Mineralstoffe enthalten, als in dem Holze der erwachsenen Bäume.

Prüfen wir nun in unserer Tabelle die Verhältnisse, in welchen die einzelnen Nährstoffe aufgenommen wurden, so sehen wir, dass die einjähr. Fichten in ihrer Trockensubstanz weniger Kieselsäure und Mangan und etwas mehr Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kali und Magnesia enthalten, als die zweijährigen, was mit den allgemeinen Erfahrungen ganz im Einklang steht; ebenso enthalten die zweijährigen etwas weniger Mangan, Eisen und Kalk und etwas mehr Kali und Magnesia, als die vierjährigen. Im Ganzen jedoch zeigt sich der procentische Gehalt der Trockensubstanz an Reinasche und deren einzelnen Bestandtheilen bei den einjähr., zweijähr. und vierjährigen Fichten nur wenig schwankend, so dass daraus geschlossen werden kann, dass die Fichten in den vier ersten Jahren zur Production gleicher Quantitäten organischer Substanz dieselben Mengen Mineralbestandtheile nöthig haben (die einjährigen nur wenig mehr Phosphorsäure und Kali) und somit im Verhältniss ihres Wachsthums den Boden ausnutzen.

Die einjährigen Kiefern zeigen den geringsten Kalkgehalt, stehen jedoch ausserdem in Beziehung auf die quantitative Zusammensetzung der Reinasche den einjährigen Fichten am nächsten. Die einjährigen Buchen, welche sich schneller entwickelt haben, enthalten ähnlich wie Pflanzen oder Pflanzentheile, die schon ein höheres Alter besitzen, mehr Kalk und Magnesia und weniger Phosphorsäure und Kali.

Im Ganzen zeigt uns obige Tabelle, dass diese Saatschulpflanzen in 1000 Grm. Trockensubstanz an Kali 5 bis 6,5 Grm. und an Phosphorsäure 3,2 bis 5,7 Grm. enthalten, was ungefähr ebensoviel ist, als für eine mittlere Ernte von Halmfrüchten angenommen wird. Vergleichen wir damit die Resultate der Untersuchungen von G. Heyer und Vonhausen, J. Schröder u. A., nach welchen 1000 Grm. des lufttrocknen Holzes

älterer Bäume nur 0,1 bis 0,3 Grm. Phosphorsäure und c. 0,3 bis 0,9 Grm. Kali enthalten, so dürfte es nicht zwecklos erscheinen, die Frage nach der durch die Saatschulculturen dem Boden auferlegten Ausfuhr an mineralischen Nährstoffen etwas weiter zu verfolgen.

Berechnen wir aus den gewonnenen Resultaten, wieviel von den einzelnen Nährstoffen in je 1000 Stück der verschiedenen Pflanzen enthalten sind, so erhalten wir folgende Tabelle.

Bestandtheile in Grammen	1000 Stück				
	einjähr. Fichten	zweijähr. Fichten	vierjähr. Fichten	einjähr. Kiefern	einjähr. Buchen
Trockensubstanz	102,6	471,2	4314,0	176,4	1155,0
Reinasche	3,15	11,96	111,47	4,32	30,21
Kieselsäure	0,158	1,394	12,17	0,534	2,426
Schwefelsäure	0,243	0,686	6,74	0,298	2,384
Phosphorsäure	0,586	1,848	17,91	0,836	3,735
Kalk	1,133	3,446	34,11	0,795	10,441
Magnesia	0,175	0,747	6,11	0,261	1,991
Kali	0,675	2,617	21,33	1,133	6,109
Eisenoxyd	0,154	0,591	5,76	0,404	1,652
Manganoxydul-oxyd	0,025	0,193	3,89	0,071	0,502

Wenn nun auch aus einer Analyse keine allgemein gültigen Schlüsse gezogen werden können, und wenn auch die Pflanzen stets eine Art Luxusconsumtion treiben, so sind diese Zahlen doch schon interessant genug, weil sie uns zur Anschauung bringen, in welcher Weise durchschnittlich je ein Stück der verschiedenen Pflanzen einen und denselben Boden in Anspruch genommen hat, — und wir ungefähr daraus entnehmen könnten, wieviele derselben auf eine gleich grosse Fläche zu stehen kommen würden, wenn wir aus jeder Bodenfläche dieselben Quantitäten Mineralbestandtheile durch die verschiedenen Pflanzen aufnehmen lassen wollen.

Berechnen wir nun, welche Quantitäten Bodenbestandtheile durch die auf einem Quadratmeter stehenden Pflanzen aufgenommen werden, indem wir die in Hohenheim gefundenen Verhältnisse zu Grunde legen.

In dem Hohenheimer Versuchsgarten stehen nach Mittheilungen des Herrn Prof. Baur bei mitteldichter Reihensaat und bei 5 Reihen auf den 1 Meter breiten Beeten durchschnittlich auf 5 je 1 Meter langen Reihen, d. h. auf 1 Quadratmeter: einjähr. Fichten 3000 Stück, zweijähr. Fichten (unverschult) 2500 Stück; vierjähr. Fichten (verschult) 100 Stück, einjähr. Kiefern 2500 Stück und einjähr. Buchen 500 Stück.

Berechnen wir nach diesen Zahlen, wieviel Mineralstoffe in den verschiedenen auf einen Quadratmeter Bodenfläche stehenden Saatschulpflanzen enthalten sind; so müssen wir, um die entsprechende absolute jährliche Ausfuhr an Mineralbestandtheilen aus dem Saatschulboden zu ermitteln, von den so berechneten Zahlen noch in Abzug bringen: bei den einjährigen Pflanzen die Aschenbestandtheile der angewendeten Aussaat, und bei den mehrjährigen Pflanzen die Aschenbestandtheile von ebensovielen um ein Jahr jüngeren Pflanzen. Diese Berechnungen[1], soweit sie nach den mir zu Gebot stehenden Daten möglich waren ausgeführt, ergaben folgende Resultate.

Es werden dem Boden pro Hektar jährlich entzogen in Kilogrammen:

durch	einjähr. Fichten	zweijähr. Fichten	vierjähr. Fichten	einjähr. Kiefern	einjähr. Buchen[2]
an Phosphorsäure	8,0	18,3	8,9	11,1	18,7
Kalk	33,5[3]	42,8	17,0	19,5	52,1
Magnesia	2,1	7,8	3,0	3,4	9,9
Kali	15,6	30,4	10,6	23,5	30,5

[1]) Dieselben sind im Einzelnen ausgeführt zu finden in dem in der Monatschrift für Forst- und Jagdwesen 1874 gegebenen Referat über diese Arbeit.

[2]) Es stand mir keine Aschenanalyse von Buchen zu Gebot, und konnten deshalb die Aschenbestandtheile der Aussaat hier nicht in Abzug gebracht werden; es sind somit diese Zahlen sämmtlich etwas zu hoch.

[3]) Die hier berechnete Kalkmenge ist aus früher erwähnten Ursachen wahrscheinlich viel zu hoch, und dürfte für normale Verhältnisse etwa die Hälfte betragen.

Diese Zahlen können noch nicht als allgemein massgebend angesehen werden, weil sie erstens aus dem Resultate nur einer Untersuchung gewonnen wurden und für jeden anders gearteten Boden sich wieder etwas verschiedene Resultate ergeben müssen, und zweitens, weil auch die Saatschulen verschieden, bald dichter bald lichter angebaut werden; sie geben uns jedoch annähernd ein Bild der unter obigen Annahmen dem Hohenheimer Saatschulboden durch die verschiedenen Culturen auferlegten Ausfuhr, und da nach Mittheilungen des Herrn Prof. Baur in den Revieren die Reihensaaten vielfach weit dichter ausgeführt werden, so dürfte es als gerechtfertigt erscheinen, die schon in diesen Zahlen ausgesprochene Höhe der jährlichen Ausnutzung des Saatschulbodens etwas klarer zur Anschauung zu bringen durch Vergleichung derselben mit anderen Angaben über Ausnutzung des Bodens von Wald und Feld, welche für den Kiefernwald den Berechnungen und Analysen von Heyer und Vonhansen, für die mittlere Roggenernte Birnbaum's Lehrbuch der Landwirthschaft (Bd. III, S. 226) entnommen sind.

Jährlich werden einer Hectare in Kilogr. entzogen durch:

	Eine mittlere Roggenernte	Einen Kiefernbestand bei 80jähr. Umtriebszeit
an Phosphorsäure	17,81	1,925
Kalk	11,01	11,520
Magnesia	4,81	2,292
Kali	27,5	3,322.

Hieraus ergiebt sich in unserem Falle, dass die Ausfuhr für Kali (23,5) bei einer mittleren Reihensaat von einjährigen Kiefern nahezu der für eine mittlere Roggenernte berechneten (27,5) gleichkommt, für Kalk aber $^1/_3$ höher, für Phosphorsäure um ebensoviel geringer sich herausstellt.

Bei einjährigen Fichten beträgt der Entzug an Phosphorsäure etwas weniger wie die Hälfte, derjenige des Kali etwas mehr wie die Hälfte, des Kalks etwa das Dreifache einer mittleren Roggenernte. Bei zweijährigen Fichten wird aber dem Boden nahezu dieselbe Menge Phosphorsäure und Kali und fast die 4fache Menge Kalk wie bei einer Roggenernte jährlich ent-

zogen. Auch einjährige Buchen enthalten nahezu dieselben Quantitäten Phosphorsäure und Kali wie eine Roggenernte; allerdings sind hier die Bestandtheile des Samens noch nicht in Abzug gebracht.

Vergleicht man die Nährstoffe, welche junge Saatschulpflanzen dem Boden entziehen, mit denjenigen, welche jährlich pro Hectar durch den Durchschnittsertrag an Holz eines Kiefernbestandes mit 80jährigem Umtriebe entzogen werden, so gelangt man zu sehr interessanten Aufschlüssen. Eine einzige Ernte einjähriger Kiefern entzieht dem Boden pro Hectar mehr Phosphorsäure als fünf Jahreszuwachse an 80jährigem Holz. In Bezug auf Kali liegen die Verhältnisse sogar 1:7, auf Kalk nahe wie 1:2.

Eine Ernte zweijähriger unverschulter Fichten entzieht dem Boden durchschnittlich jährlich soviel Phosphorsäure als der 9fache Jahreszuwachs an 80jährigem Kieferholz pro Hectar. Ganz das nämliche gilt vom Kali, während Kalk im Verhältnisse 1:4 entzogen wird u. s. w.

Wenn man nun bedenkt, dass in Holzbeständen sich die Hauptnutzungen nur alle Umtriebszeiten einmal wiederholen, dass die jährlich abgefallenen Nadeln und Blätter, welche gerade die meisten und die wichtigsten Nährstoffe enthalten, dem Boden immer wieder zurückgegeben werden, und dass Bäume wegen ihrer sehr tief gehenden Bewurzelung auch viele Nahrung dem Untergrund entnehmen, während junge Saatschulpflanzen nur in der Ackerkrume wurzeln, auch durch dieselben dem Boden alle 1 bis 4 Jahre Ernten und zwar bei Nadelhölzern einschliesslich der Nadeln entzogen werden, so lernt man begreifen, warum wir dem Boden durch Jahrhunderte hindurch wohl Ernten in haubarem Holze entziehen können, wenn wir dem ersteren nur seine Bodendecke belassen, während sich der mit Saatschulpflanzen bestockte Boden, ähnlich wie in der Landwirthschaft bald erschöpfen muss, wenn wir demselben die entführten Bodenbestandtheile nicht wieder durch Einverleibung von Dungstoffen ersetzen. Es scheint somit auf Grundlage der vorstehenden Untersuchungen keinem Zweifel zu unterliegen, dass Saat- und Pflanzschulen gedüngt werden müssen, wenn

wir in denselben nachhaltig kräftige Pflanzen in entsprechender Menge erziehen wollen.

Dr. W. Schütze erhielt bei der Untersuchung einjähriger Kiefern in Neustadt-Eberswalde weit kleinere Resultate. Es erklärt sich dieses daraus, dass er seinen Berechnungen nur c. 4000000 Pflanzen pro Hectar zu Grunde legt, während im Hohenheimer Versuchsgarten nach wiederholten genauen Erhebungen, ohne Einrechnung der Weg- und sonstigen Flächen, 25000000 pro Hectar angenommen wurden, wobei zu bemerken, dass in den Revieren die Reihensaaten vielfach noch weit dichter ausgeführt werden. Auch scheint ein mehr oder weniger dichter Stand, vorausgesetzt, dass eine Saat nicht unverhältnissmässig dicht ausgeführt ist, auf die Entwicklung ein- und zweijähriger Pflanzen keinen sehr bemerkenswerthen Einfluss auszuüben, was schon daraus folgt, dass 100 Stück zu Neustadt-Eberswalde gewachsene einjährige Kiefern c. 19 Grm. Trockensubstanz, in Hohenheim aber 17,6 Grm. enthalten.

Ferner haben auch die Aschenanalysen der zu Neustadt-Eberswalde und der zu Hohenheim gewachsenen einjährigen Kiefern verschiedene Resultate ergeben, wie sich aus folgender Zusammenstellung ersehen lässt.

In 1000 Grm. Trockensubstanz wurden gefunden:

	Neustadt-Eberswalde	Hohenheim
Schwefelsäure . . .	1,07	1,68
Phosphorsäure . . .	5,47	4,76
Kalk	12,78	4,50
Magnesia	1,95	1,48
Kali	3,62	6,37

Die Verschiedenheiten im Kalk- und Kali-Gehalt treten ganz bedeutend hervor; so störend diese nun auch für eine Berechnung der Ausfuhr sein mögen, so geben sie uns doch nicht uninteressante Aufschlüsse über das Verhalten der Pflanze gegen den Boden. Für den am wenigsten entbehrlichen Nährstoff, die Phosphorsäure, gehen jedoch die Resultate nicht weit auseinander, und werden also die Berechnungen der Ausfuhr dieses Nährstoffs auch keine erheblichen Differenzen zeigen;

in Beziehung auf den Kalk- und Kali-Gehalt sind die Differenzen gross und zeigen uns eben wieder, dass der Aschengehalt der Pflanze in weiten Grenzen abhängig ist von der Zusammensetzung des Bodens, und dass, wenn wir von der Fähigkeit eines Nährstoffs, einen andern ersetzen zu können, absehen, vielleicht die Pflanze, im Falle der Boden arm ist an einem bestimmten Nährstoffe genöthigt ist, grössere Mengen der anderen Stoffe aufzunehmen, um sich mit diesen zusammen das zu ihrer Thätigkeit nöthige Minimum des einen Nährstoffs zu verschaffen. Darauf scheint auch wenigstens für das Verhältniss von Kalk und Kali der grössere absolute Aschengehalt der zu Neustadt-Eberswalde gezogenen einjährigen Kiefern hinzuweisen, indem er über 3% beträgt, während er hier zu 2,44 gefunden wurde. Aus der Vergleichung der zwei Aschen sollten wir somit schliessen können, dass der Boden von N.-E. arm ist an Kali, der von der Hohenheimer Saatschule jedoch arm an Kalk und Phosphorsäure.

Ueberblicken wir nun die gewonnenen Resultate, so geht aus ihnen deutlich die Nothwendigkeit einer geregelten Düngung der Saatkämpe hervor; wie dieselbe für die einzelnen Beete beschaffen sein muss, darüber sind in Obigem mehrere Anhaltspunkte gegeben. Im Ganzen sehen wir jedoch, dass es noch einer grösseren Anzahl einschlägiger Arbeiten und des Zusammenwirkens verschiedener Kräfte bedarf, um zu den Gesetzmässigkeiten zu gelangen, aus welchen sich allein eine competente Betrachtung der Saatschulfrage ableiten lässt.

Analytische Belege.

	Lufttrockenes Gewicht in Gramm	Rückstand bei 100° in Gramm	Somit Wassergehalt in Procenten	Rohasche in Gramm	Kohlensäure der Rohasche in Gramm	Somit Reinasche u. Sand in Gramm
Einjährige Fichten						
100 Pflanzen	15,300	11,140	27,19			
deren Stämme	12,501	8,888	28,90	0,334	0,0503	0,2837
deren Wurzeln	2,799	2,252	19,54	0,063	0,0044	0,0586
Zweijährige Fichten						
66 Pflanzen	26,940	19,884	26,19			
deren Stämme	23,097	16,732	27,56	0,5254	0,0275	0,4979
deren Wurzeln	3,843	3,152	17,98	0,0766	0,0049	0,0717
Vierjährige Fichten						
5 Pflanzen	20,931	16,121	22,89			
deren Stämme	16,402	12,284	25,10	0,4250	0,0382	0,3868
deren Wurzeln	4,592	3,837	15,29	0,1010	0,0062	0,0948
Einjährige Kiefern						
200 Pflanzen	55,124	31,35	43,13			
deren Stämme	47,588	26,50	44,32	0,7380	0,0212	0,7168
deren Wurzeln	7,536	4,85	13,66	0,2214	0,0050	0,2164
Einjährige Buchen						
40 Pflanzen	81,255	49,37	39,24			
deren Stämme	33,057	20,53	37,90	0,6910	0,1278	0,5632
deren Wurzeln	48,198	28,84	40,15	0,9252	0,1202	0,8050

Aschenanalysen.

Von der durch Veraschen einer bestimmten grösseren Menge Trockensubstanz erhaltenen Rohasche wurden mehrere Portionen möglichst schnell nach einander abgewogen; in einer oder zwei derselben die Kohlensäure volumetrisch bestimmt; und von einer grösseren, deren salzsaure Lösung zur weiteren Analyse diente, der unlösliche Rückstand als Sand gewogen. Die Lösung wurde in 3 Theile getheilt, in dem einen dieser 3 Theile die Schwefelsäure gefällt, und in dem durch Füllen des Filtrats mit Ammoniak erhaltenen Niederschlag nach Auflösen desselben in Salpetersäure die Phos-

phorsäure mit molybdänsaurem Ammoniak gefällt und als pyrophosphorsaure Magnesia gewogen; in der vom Ammoniakniederschlage abfiltrirten Flüssigkeit wurden die Alkalien bestimmt; das Natron, welches nur in sehr geringer Menge vorhanden war, ist nicht direct bestimmt und daher in den Analysen unter der Rubrik »Unbestimmt« mit dem Chlor, mit etwaigen unverbrannten Spuren von Kohle und mit dem analytischen Verlust zusammengezogen. In dem zweiten Theil der ursprünglichen Lösung wurde Eisenoxyd (Thonerde war nicht vorhanden) in Verbindung mit Phosphorsäure aus essigsaurer Lösung, Manganoxyd durch unterchlorigsaures Natron, und der Kalk ebenfalls aus essigsaurer Lösung ausgefällt; beim Uebersättigen mit Ammoniak fiel die noch vorhandene Phosphorsäure mit Magnesia als phosphorsaure Ammoniakmagnesia aus, und jenachdem Magnesia oder Phosphorsäure noch in Lösung geblieben war, wurde phosphors. Natron oder Magnesiamixtur zur Fällung derselben zugesetzt. Der dritte Theil der Lösung diente zu Controlbestimmungen.

Einjährige Fichten.

Rohasche 0,444, darin Kohlensäure 0,0475 = 10,70%.
(26,7 Cbc. bei 14° C. u. 735,5 Mm.).

Rohasche 0,4913, darin Kohlensäure 0,0532 = 10,82%.
(29,9 Cbcm. 14°C. u. 735,5 Mm.).

Rohasche 1,6385, darin Sand 0,074 = 4,52%.

Pflanzen 560 = Trockensubstanz 57,45 = Rohasche 2,0825
darin: Kohlensäure 0,2250
Sand 0,0940
somit Reinasche 1,7635
= 3,07% der Trockensubstanz.

Reinasche 1,3875

Kieselsäure	0,0697 =	5,024%
Schwefelsäure	0,1071 =	7,719%
Phosphorsäure	0,2581 =	18,600%
Kalk	0,4992 =	35,980%
Magnesia	0,0772 =	5,564%
Kali	0,2973 =	21,420%
Eisenoxyd	0,0679 =	4,894%
Manganoxyduloxyd	0,0110 =	0,793%
	Unbestimmt:	0,026
		100,000

Zweijährige Fichten.

Rohasche 0,6653, darin Kohlensäure 0,0477 = 7,17%.
(26,9 Cbcm. bei 14° u. 733 Mm.).

Rohasche 0,7500, darin Kohlensäure 0,0533 = 7,11%.
(30 Cbcm. bei 14° u. 733 Mm.).

Rohasche 3,560, darin Sand 0,2824 = 7,93%.

Pflanzen 300 = Trockensubstanz 141,37 = Rohasche 4,225
darin Kohlensäure 0,3017
Sand 0,3351
somit Reinasche 3,5882
= 2,538% der Trockensubstanz.

Reinasche 3,0234

Kieselsäure	0,3525 =	11,658%
Schwefelsäure	0,1734 =	5,735%
Phosphorsäure	0,4671 =	15,450%
Kalk	0,8709 =	28,810%
Magnesia	0,1890 =	6,251%
Kali	0,6615 =	21,880%
Eisenoxyd	0,1494 =	4,941%
Manganoxyduloxyd	0,0489 =	1,617%
	Unbestimmt	3,657%
		100,000

Vierjährige Fichten.

In 47 Pflanzen
Trockensubstanz 202,75 = Rohasche 6,421, darin Kohlensäure 8,78% und Sand 9,65%, somit Reinasche 5,2378 = 2,583%

Reinasche 2,3164

Kieselsäure	0,253	= 10,920%
Schwefelsäure	0,1401	= 6,048%
Phosphorsäure	0,3723	= 16,070%
Kalk	0,7089	= 30,600%
Magnesia	0,1269	= 5,478%
Kali	0,4434	= 19,140%
Eisenoxyd	0,1197	= 5,167%
Manganoxyduloxyd	0,0810	= 3,497%
	Unbestimmt	3,090
		100,000

Einjährige Kiefern.

In 1306 Pflanzen
Trockensubstanz 230,38 und Reinasche 5,624 = 2,441%.

Reinasche 2,610		
Kieselsäure	0,3227	= 12,365%
Reinasche 0,870		
Schwefelsäure	0,0601	= 6,908%
Phosphorsäure	0,1685	= 19,370%
Reinasche 0,995		
Kalk	0,1832	= 18,400%
Magnesia	0,0602	= 6,040%
Reinasche 0,870		
Kali	0,2281	= 26,220%
Reinasche 0,995		
Eisenoxyd	0,0930	= 9,340%
Manganoxyduloxyd	0,0163	= 1,640%
		100,283

Einjährige Buchen.

In 116 Pflanzen
Trockensubstanz 133,95 u. Reinasche 3,445%.

Reinasche 4,6082	Kieselsäure	0,370	= 8,03%
» 1,5361			
	Schwefelsäure	0,1212	= 7,89%
	Phosphorsäure	0,1899	= 12,37%
	Kalk	0,5308	= 34,56%
	Magnesia	0,1012	= 6,58%
	Kali	0,3106	= 20,22%
	Eisenoxyd	0,0840	= 5,47%
	Manganoxyduloxyd	0,0255	= 1,66%
		Unbestimmt	3,22
			100,00

II. Untersuchung der Buchenblätter in ihren verschiedenen Wachsthumszeiten.

Nachdem seit 1864, in welchem Jahre Prof. Zöller seine interessanten Resultate einer Untersuchung der Buchenblätter in verschiedenen Entwicklungsstadien in dieser Zeitschrift veröffentlichte, keine weitere Arbeit in dieser Richtung bekannt ge-

worden war, unternahm ich, von Herrn Prof. v. Wolff dazu angeregt, eine Untersuchung der Blätter einer im Hohenheimer botanischen Garten stehenden c. 20jährigen Buche, welche noch nie Früchte getragen hatte, und nahm in der Absicht, eine möglichst vollständige Uebersicht über die während ihrer Vegetationszeit sich zeigenden Veränderungen ihrer Zusammensetzung zu gewinnen, in jedem Monat, zum ersten Male am 26. Mai 1873, so gut ich es vermochte, eine genügende Durchschnittsprobe von allen am Baume befindlichen Blättern und bestimmte in denselben die anorganischen und einige organische Bestandtheile.

Inzwischen hat nun Herr Dr. Rissmüller im Jahre 1872 eine ebenso ausführliche Untersuchung mit den Blättern desselben im Münchener botan. Garten stehenden Buchenbaumes, welcher Herrn Prof. Zöller das Untersuchungsmaterial geliefert hatte, ausgeführt und in den »Landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen« Jahrg. 1874 publicirt. Es gelang ihm, regelmässige Beziehungen für die Zu- und Abnahme der einzelnen Bestandtheile in den verschiedenen Wachsthumszeiten nachzuweisen und die bei einem ziemlich normalen Vegetationsprocess eintretenden Veränderungen in der Zusammensetzung der Blätter zu beobachten.

Wenn nun meine Untersuchung keine so klaren, vielmehr in vielen Beziehungen von den erwähnten abweichende Resultate ergab, so habe ich mich doch zur Publication derselben entschlossen, indem an diesem Beispiel vielleicht einige die Entwicklung der Blätter beeinflussende resp. störende Ursachen erläutert werden können.

Die betreffende Buche steht im Hohenheimer botanischen Garten auf einem aufgefüllten Boden der Liasformation und im Schatten grösserer Bäume. In den am 26. eines jeden Monats gesammelten Blättern wurde der Wassergehalt, und in der Trockensubstanz derselben der Gehalt an Rohfaser, an Stickstoff, an in kochendem Wasser löslichen organischen und mineralischen Bestandtheilen, an Gerbsäure und an Aschenbestandtheilen bestimmt.

In den vier ersten Monaten schienen die Blätter sich nor-

mal zu entwickeln, sie waren im August von sattgrüner Farbe und voll turgescent; die Septemberblätter dagegen hatten eine hellere Färbung, waren schlaff geworden und schienen durchschnittlich etwas kleiner zu sein. In diesem Zustande verblieben sie bis zum Ende ihrer Vegetation; als sie auch im November, anstatt eine braune Farbe anzunehmen, nur graugelb bis braun gefärbt abzufallen begannen, nahm ich zugleich auch von einer andern in der Nähe frei stehenden etwa ebenso alten Buche eine Probe der abgestorbenen, normale herbstliche Beschaffenheit zeigenden Blätter, und bestimmte in denselben die Trockensubstanz und die Aschenbestandtheile, um diese mit den Blättern des Versuchsbaumes vergleichen zu können.

Die Resultate dieser Untersuchung sind auf Seite 192 tabellarisch zusammengestellt und zur Vergleichung die von Rissmüller mit den Blättern des Münchener Versuchsbaumes erhaltenen Resultate beigefügt.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Hohenheimer Aschen zeigt, dass der Kieselsäuregehalt bis zum August stetig bedeutend zunahm; dasselbe gilt in den 3 ersten Monaten für Kalk und Magnesia. Von August an schwankt der Kieselsäuregehalt innerhalb geringer Grenzen und nimmt zu Ende der Vegetationszeit wieder zu; dasselbe finden wir für Kalk; die Magnesia hat schon vom 26. Juli bis 26. August stark abgenommen und zeigt sodann bis November ein stetiges Zurückgehen. Der Schwefelsäuregehalt der Asche fällt langsam und regelmässig mit steigendem Alter der Blätter, der Phosphorsäuregehalt aber schon im ersten Monat beinahe um die Hälfte und verändert sich dann nur noch innerhalb geringer Grenzen bis zum November. Das Kali geht bis zum Juli in geringerem Masse zurück, bleibt dann ziemlich constant, findet sich aber in der Asche der Octoberblätter zusammen mit der Phosphorsäure wieder in etwas grösserer Menge und schliesslich im November in geringerer Menge vor.

Aehnliche Beziehungen finden wir auch bei den von Rissmüller untersuchten Aschen; die Phosphorsäure allein macht davon eine Ausnahme, indem sie in der Asche der Münchener Blätter vom Juni bis zum Herbst beständig abnimmt und schliess-

lich in viel geringerer Menge vorhanden ist, als in der hier untersuchten Blätterasche.

Die Zusammensetzung der Trockensubstanz ändert sich nicht vollständig in dem Sinne, wie es die Zusammensetzung der Asche anzuzeigen scheint. Herr Dr. Rissmüller hat darauf aufmerksam gemacht, dass die Bildung der Cellulose (Rohfaser) nicht mit der vorhandenen Menge von Kalk und Kieselsäure in Zusammenhang stehe, und auch diese Untersuchung scheint darauf hinzuweisen, indem die Rohfaser nur ganz am Anfange und ganz am Ende der Vegetationszeit sich merklich vermehrt, während Kalk- und Kieselsäuregehalt der Trockensubstanz beinahe fortwährend und zwar in viel bedeutenderem Verhältniss steigen. Die beiden Untersuchungen liefern in einigen Beziehungen übereinstimmende Resultate, indem z. B. in beiden Fällen der Rohfasergehalt der Trockensubstanz bis August steigt, im September und October aber geringer ist als im August, und im November dann sein Maximum erreicht. Ebenso wird auch die in den vier ersten Monaten beobachtete beträchtliche Zunahme der Trockensubstanz an Kalk und Kieselsäure vom August auf September bei den Hohenheimer Blättern eine viel geringere, und bei den Münchener Blättern sogar negativ. Die in dieser Periode stattgefundene Gesammtveränderung in der Zusammensetzung der Trockensubstanz war jedoch in den beiden Fällen eine verschiedene. Bei den Münchener Blättern zeigt sich zu gleicher Zeit eine Zunahme des Kali und der stickstofffreien Extractivstoffe, und eine Abnahme der Phosphorsäure und der Proteinkörper. Bei den Hohenheimer Blättern dagegen blieb der Kaligehalt ziemlich unverändert, und es wurde eine Zunahme der Phosphorsäure und der Proteinkörper beobachtet: dieses ist jedoch die einzige Periode, in welcher ein Steigen des Proteingehalts der Trockensubstanz eintrat; in dem ganzen sonst beobachteten Vegetationsgang vermindert sich nach den Resultaten der beiden Untersuchungen der Stickstoffgehalt der organischen Substanz der Blätter fortwährend, am schnellsten zu Anfang und zum Ende der Vegetationszeit: in München wurde auch nur eine einzige Zunahme desselben für den Monat Juli beobachtet.

Buchenblätter aus Hohenheim. (D.).

	26. Mai	Juni	Juli	August	September	October	7. November	Abgestorbene Blätter der zweiten Buche
	100 Theile frischer Blätter enthielten							
Wasser	79,24	65,68	64,00	62,34	63,68	62,85	66,37	
	100 Theile Reinasche (kohlensäurefreie) gaben							
Kieselsäure	5,405	11,410	17,370	21,020	21,760	20,120	23,610	27,150
Schwefelsäure	7,087	5,943	3,721	3,497	3,080	2,405	2,207	1,771
Phosphorsäure	20,650	11,707	11,130	10,960	11,280	13,830	12,102	7,610
Kalk	26,650	30,303	33,280	31,390	31,290	31,100	34,761	40,910
Magnesia	6,637	6,946	7,546	5,720	4,962	4,680	4,439	3,308
Kali	32,410	30,560	24,273	24,750	24,760	35,140	20,610	17,350
Eisenoxyd	1,800	1,476	1,542	1,116	1,377	1,330	1,128	1,593
Manganoxydul-oxyd	0,976	1,574	1,704	1,470	1,479	0,860	0,727	0,843
	1000 Theile Trockensubstanz gaben							
Rohfaser		219,3	238,2	243,0	230,2	237,7	269,1	
Proteinkörper		178,6	164,9	153,2	163,2	119,4	73,3	
Wasserlösliche Extractstoffe		207,3	228,3	226,9	226,3	247,8	264,3	
Gerbsäure		11,64	18,04	23,95	29,3	28,02	35,76	
Wasserlösl. Salze		34,80	38,8	40,65	51,7	46,41	43,4	
Reinasche	46,80	39,51	47,80	55,2	55,8	59,09	63,88	57,9
Kieselsäure	2,529	4,508	8,315	11,598	12,150	11,89	15,08	15,65
Schwefelsäure	3,317	2,348	1,781	1,930	1,720	1,421	1,410	1,021
Phosphorsäure	9,662	4,625	5,325	6,050	6,302	8,174	7,728	4,387
Kalk	12,473	11,972	15,925	17,330	17,826	18,377	22,204	23,58
Magnesia	3,106	2,744	3,611	3,175	2,771	2,765	2,835	1,907
Kali	15,173	12,071	11,618	13,665	13,825	14,855	13,163	9,999
Eisenoxyd	0,842	0,583	0,738	0,616	0,769	0,787	0,720	0,918
Manganoxydul-oxyd	0,456	0,622	0,815	0,811	0,826	0,511	0,465	0,486
	1000 Stück frischer Blätter enthielten in Gramm							
Trockensubstan	33,95	49,13	55,15	63,98	50,67	54,02	42,46	
Rohfaser		10,77	13,14	15,54	11,66	12,84	11,42	
Proteinkörper		8,77	9,09	9,80	8,27	6,45	3,11	
Wasserlösliche Extractstoffe		10,18	12,59	14,52	11,47	13,39	11,22	
Gerbsäure		0,572	0,995	1,532	1,485	1,514	1,519	
Reinasche	1,615	1,939	2,648	3,529	2,847	3,175	2,701	
Kieselsäure	0,086	0,221	0,457	0,742	0,615	0,642	0,640	
Schwefelsäure	0,112	0,115	0,098	0,123	0,087	0,077	0,059	
Phosphorsäure	0,328	0,227	0,293	0,387	0,319	0,441	0,328	
Kalk	0,423	0,588	0,876	1,108	0,903	0,993	0,943	
Magnesia	0,105	0,135	0,198	0,202	0,140	0,149	0,120	
Kali	0,515	0,593	0,639	0,874	0,701	0,802	0,559	
Eisenoxyd	0,028	0,028	0,040	0,039	0,039	0,042	0,031	
Manganoxydul-oxyd	0,015	0,030	0,045	0,052	0,042	0,027	0,019	

Buchenblätter aus München (R.).

vom	7. Mai	11. Juni	14. Juli	11. August	11. September	27. October	18. November
	100 Theile frischer Blätter enthielten						
Wasser	76,65	59,79	56,36	49,26	52,58	49,63	59,45
	100 Theile Asche gaben						
Kieselsäure	1,87	10,47	16,26	19,17	18,23	22,36	23,16
Phosphorsäure	21,27	8,43	5,24	4,53	4,24	3,22	1,08
Kalk	14,96	24,25	27,82	32,08	30,37	31,29	32,95
Magnesia	7,65	11,44	9,18	8,40	8,15	7,00	7,18
Kali	31,23	21,74	11,85	9,81	10,53	7,67	5,78
Natron	3,28	1,32	0,37	0,83	1,16	1,58	1,38
Eisenoxyd	0,76	0,99	0,78	0,84	1,17	0,56	0,52
	1000 Theile Trockensubstanz gaben						
Rohfaser	144,60	209,70	219,60	221,90	214,40	212,50	255,20
Proteinkörper	282,50	189,37	193,12	178,12	143,12	120,00	78,12
Fett	23,60	24,20	18,20	20,10	48,40	55,40	49,40
Stickstofffreie Extractstoffe	502,60	524,73	494,58	489,58	505,08	504,10	493,08
Asche	46,70	52,00	74,50	90,30	89,00	108,00	114,20
Kieselsäure	0,87	5,44	12,13	17,31	16,23	25,15	26,44
Phosphorsäure	9,93	4,39	3,91	4,09	3,77	3,47	1,24
Kalk	6,78	12,93	20,81	28,96	28,86	33,80	37,60
Magnesia	3,57	5,95	6,85	7,59	7,25	7,55	8,20
Kali	14,58	11,31	8,84	8,68	9,37	8,28	6,60
Natron	1,53	0,68	0,28	0,75	1,03	1,70	1,58
Eisenoxyd	0,35	0,51	0,58	0,75	1,03	0,60	0,59
	1000 Stück frischer Blätter enthielten in Gramm						
Trockensubstanz	53,22	106,76	145,36	134,9	121,56	105,67	112,16
Rohfaser	7,69	22,38	31,92	29,93	26,06	22,45	28,62
Proteinkörper	13,05	20,21	28,07	24,02	17,39	12,68	8,76
Fett	1,25	2,58	2,64	2,71	5,88	5,85	6,66
Stickstofffreie Extractstoffe	26,77	56,02	71,89	66,04	61,39	53,27	55,30
Asche	2,48	5,55	10,82	12,18	10,81	14,41	12,80
Kieselsäure	0,04	0,58	1,76	2,33	1,97	2,55	2,96
Phosphorsäure	0,53	0,46	0,56	0,66	0,45	0,36	0,14
Kalk	0,36	1,38	3,02	3,90	3,26	3,57	4,21
Magnesia	0,19	0,63	0,99	1,02	0,88	0,79	0,91
Kali	0,77	1,20	1,28	1,19	1,14	0,87	0,74
Eisenoxyd	0,01	0,05	0,08	0,10	0,12	0,06	0,07

Aus seinen Resultaten konnte Herr Dr. Rissmüller im Allgemeinen den Schluss ziehen, dass das in den Blättern vorhandene Kali und die Phosphorsäure nicht nur während der ganzen Vegetationszeit den chemischen Process der Bildung von Kohlehydraten und Proteinkörpern bedingten, sondern auch, dass sie noch in erheblicher Menge mit denselben im Herbste aus den Blättern in die überdauernden Organe des Baumes wanderten. Seine in obiger Tabelle für die Zusammensetzung der Trockensubstanz gegebenen Resultate zeigen jedoch nicht ein vollständiges Zusammengehen des Kali mit den Kohlehydraten und der Phosphorsäure mit den Proteinkörpern. Dieses Beobachtungsresultat würde zu erklären sein durch die Annahme, dass es noch andere untergeordnete Beziehungen für den Kali- und Phosphorsäuregehalt der Blattsubstanz giebt; diese scheinen nun bei den in Hohenheim im Jahre 1873 untersuchten Blättern in viel stärkerem Grade zur Geltung gekommen zu sein, und mit dem schon oben erwähnten mangelhaften Vegetationsgang derselben in engerem Zusammenhang zu stehn. Solche Beziehungen werden zunächst wohl zu suchen sein in der Beschaffenheit des Bodens und in den meteorologischen Verhältnissen. Jedenfalls wird der Gehalt der Blattsubstanz an den verschiedenen Mineralstoffen einigermassen abhängig sein von dem relativen Vorkommen derselben im Boden, und es lässt sich wohl nur durch den Reichthum des betreffenden Hohenheimer Bodens (aufgefüllter Boden und Liasformation) an Kali und Phosphorsäure erklären, dass in den untersuchten Blättern für diese beiden Mineralstoffe eine stetige Zunahme in der Trockensubstanz für alle Perioden (mit Ausnahme der ersten und der letzten) gefunden wurde. Dass ferner die Witterungsverhältnisse einen erheblichen Einfluss auf den ganzen Vegetationsgang der Pflanzen haben, ist eine bekannte Thatsache, und in der That geben uns auch folgende Tabellen über die monatliche mittlere Temperatur und mittlere Feuchtigkeit des Jahres 1873, welche ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. Weber in Hohenheim verdanke, einige Aufschlüsse über die hier beobachteten Schwankungen und Abnormitäten in der Zusammensetzung der Trockensubstanz der Buchenblätter.

Es war die:

	Relative Feuchtigkeit			Mittlere Temperatur		
	1873[1])	Normal[2])	Δ	1873 °	Normal °	Δ °
Januar	78	84 %	— 6	4,0	0,5	+ 3,5
Februar	87	76	+ 11	1,1	2,1	— 1,0
März	77	67	+ 10	7,3	5,1	+ 2,2
April	76	61	+ 15	8,9	9,1	— 0,4
Mai	72	62	+ 10	11,7	13,9	— 2,2
Juni	72	62	+ 10	17,4	17,5	— 0,1
Juli	68	64	+ 4	21,3	18,8	+ 2,5
August	68	65	+ 3	19,8	18,0	+ 1,8
September	79	70	+ 9	14,0	14,9	— 0,9
October	77	74	+ 3	11,2	9,9	+ 1,3
November	80	80	0	5,1	4,5	+ 0,6
December	88	85	+ 3	0,2	1,1	— 0,9
	77	71	+ 6	10,2	9,7	+ 0,5.

Aus dieser Zusammenstellung ersehen wir, dass die Monate Juli und August relativ warm und trocken waren, September dagegen kälter und feuchter und October wieder wärmer wird, (im Vergleich zur Normaltemperatur).

Fassen wir die analytischen Resultate wieder ins Auge und betrachten nun die dritte Tabelle, welche (soweit das Material der verschiedenen Untersuchungsperioden vergleichbar ist) uns angiebt, welche Veränderungen in dem einzelnen Blatte vor sich gingen, so finden wir, dass bis zum 26. August die Blätter an Gewicht stets zugenommen haben; 1000 Blätter enthielten im Mai 37 Grm., im Juni 49, im Juli 55, und im August 64 Grm. Trockensubstanz; zugleich vermindert sich stetig der Wassergehalt derselben von 79% auf 62%, und es vermehren sich während der drei Monate Juni, Juli und August sämmtliche Bestandtheile, die in Wasser löslichen Extractivstoffe von 10 Grm. bis zu 14,5 Grm., die Rohfaser von 10,7 auf 15,5 Grm.,

[1]) Würtemb. Jahrbücher f. Statistik u. Landeskunde 1873. II. Theil. 186.

[2]) Die Resultate der vom Württ. Beob.-Verein angestellten 40jähr. meteor. Beob. Herausgegeben vom K. top. statist. Bureau, zusammengestellt von Dr. Plieninger, Stuttgart 1868. Seite 120.

ebenso die Gerbsäure, und in geringerem Masse die Proteinkörper; demselben Gange folgen die Aschenbestandtheile; es häufen sich an in den Blättern während der vier ersten Monate vorzugsweise Kieselsäure und Kalk, in geringerem Masse Kali, Magnesia, Phosphorsäure (welch' letztere in der ersten Periode etwas abnahm) Mangan und Eisen.

Die Tabelle, welche die Zusammensetzung der Trockensubstanz angiebt, zeigt uns, dass zu gleicher Zeit (mit Ausnahme des ersten Monats, in welchem die Blätter nur c. 20% Trockensubstanz enthielten) die Blattsubstanz selbst stetig ärmer wurde an Proteinkörpern bis zum 26. August, und reicher an Rohfaser, Kieselsäure, Kalk und Phosphorsäure, dass somit die absolute Zunahme der Blätter an Proteinsubstanz eine viel geringere war, als für die übrigen Bestandtheile.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden wir bei der von Herrn Rissmüller ausgeführten Untersuchung; es zeigt sich auch dort eine absolute Zunahme der Blätter an Phosphorsäure, Kalk, Magnesia und Kieselsäure bis zum August; dagegen fangen schon von Juli auf August an sich zu vermindern: Rohfaser, stickstofffreie Extractivstoffe, Kali und in höherem Grade die Proteinkörper.

In den Hohenheimer Blättern sehen wir weiter während des feuchteren und kälteren Monats September einen starken Umschlag eintreten; die Blätter haben bedeutend an Gewicht verloren, und im Verhältniss damit an Aschenbestandtheilen, wobei vielleicht bemerkt zu werden verdient, dass von den letzteren ein viel grösserer Theil als sonst durch kochendes Wasser ausgezogen werden konnte. 1000 Blätter enthalten nur noch 50,6 Grm. Trockensubstanz, zu gleicher Zeit ist ihr Wassergehalt wieder gestiegen; es hat sich am stärksten vermindert ihr Gehalt an Rohfaser, an den in kochendem Wasser löslichen Extractivstoffen, wozu hauptsächlich Zucker, Gummi und Stärke zu rechnen sind, an Kieselsäure und an Kalk.

Eine ähnliche Erscheinung tritt auch bei den von Rissmüller untersuchten Münchener Blättern ein mit dem Monat September, welcher, wie aus dem grösseren Wassergehalt derselben zu vermuthen ist, wahrscheinlich ebenfalls relativ feucht

ausgefallen war: nur zeigt sich dort zu gleicher Zeit eine stärkere Abnahme der Proteinkörper (welche sich schon von Juli auf August vermindert hatten) und der mit denselben in Verbindung stehenden Aschenbestandtheile, während ich bei den Hohenheimer Blättern, in welchen der Proteingehalt erst später abzunehmen begann, im Monat September noch kein starkes Zurückgehen beobachtete. Von September ab jedoch verlieren auch hier die Blätter schnell den grössten Theil ihrer Proteinkörper unabhängig von den sonst eintretenden Veränderungen. Der Monat October, der wieder wärmer und relativ etwas trockner war, zeigt uns wieder eine Gewichtszunahme der Blätter; es vermehrt sich zugleich die Rohfaser, ferner die Summe der löslichen Extractivstoffe und der Aschenbestandtheile, darunter sogar vorzugsweise Kali und Phosphorsäure. Die Untersuchung der Novemberblätter zeigt uns, dass ihr Wassergehalt zugenommen hat, und ihre Trockensubstanz reicher geworden ist in höherem Grade an Rohfaser, wasserlöslichen Extractstoffen, an Kieselsäure, Kalk und Magnesia, dagegen ärmer an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali, die Blätter selbst aber an Gewicht bedeutend verloren haben, wobei alle hier bestimmten Bestandtheile, die Proteinkörper stark, die Rohfaser nur wenig zurückgingen, und nur ihr Gehalt an Gerbsäure, Kieselsäure, Kalk und Magnesia sich kaum merklich vermehrte.

Die von Rissmüller für die zwei letzten Perioden erhaltenen Resultate (er beobachtete unter Anderem von October auf November eine Zunahme der Trockensubstanz in 1000 Blättern) weichen erheblich von den meinigen ab, und ich möchte daran erinnern, dass meine Blätter von September an ein schlaffes Aussehn und beim Blattfall keine normale herbstliche Beschaffenheit zeigten. Damit wird auch vermuthlich der in den drei letzten Perioden beobachtete relativ hohe Gehalt an Kali und Phosphorsäure in Zusammenhang stehen, wobei noch zu bemerken ist, dass diese Blätter durchschnittlich eine geringe Grösse erreichten (bei ihrer stärksten Entwicklung im August enthielten 1000 Blätter 64 Grm. Trockensubstanz, die in München von Rissmüller untersuchten dagegen im Juli 145 Grm.

Trockensubstanz), und zugleich einen sehr hohen durchschnittlichen Wassergehalt zeigten.

Trotzdem nun, dass der Hohenheimer Boden viel Kali und Phosphorsäure enthält, zeigt die Analyse des von der zweiten frei stehenden Buche gesammelten herbstlichen Laubes im Vergleich mit den Novemberblättern des Versuchsbaumes einen viel geringeren Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure, Schwefelsäure und Kali (Magnesia), bei gleichem oder etwas höherem Gehalt an Kieselsäure, Kalk, Eisen und Mangan, und es muss somit der beobachtete unvollkommene Vegetationsgang und dieser Ueberschuss an Kali und Phosphorsäure noch mit anderen nicht in der Bodenbeschaffenheit begründeten Ursachen in Verbindung stehen.

Schliesslich möchte ich noch die hier gefundene regelmässige Zu- und Abnahme des Mangans in den Buchenblättern erwähnen, da dasselbe vielleicht doch, wie es sich noch deutlicher aus der folgenden Untersuchung der Kiefernadeln ergeben wird, als wichtigerer Nährstoff der Holzpflanzen wird angesehen werden müssen.

Aus dieser Untersuchung und aus dem Vergleich derselben mit den von Herrn Dr. Rissmüller erhaltenen analytischen Resultaten dürfte sich im Allgemeinen folglich schliessen lassen, dass, abgesehen von dem ersten Monat, in welchem, wie Zöller und Rissmüller schon beobachteten, der grösste Zuwachs an organischer Substanz und eine starke Verminderung der ursprünglichen Phosphorsäure und des Kali stattfindet, die Buchenblätter noch an Gewicht zunehmen bis zum Juli oder August, jenachdem der Standort des Baumes und die Witterungsverhältnisse eine schnellere und vollkommnere, oder eine langsamere Entwicklung derselben bedingen; dass dabei eine Vermehrung eintritt: der Rohfaser, der stickstofffreien Extractivstoffe, in geringerem Masse der Proteinkörper, ferner auch sämmtlicher Aschenbestandtheile; dass von diesem Zeitpunkt ab die Blätter an Gewicht im Allgemeinen verlieren (bei günstiger Witterung aber innerhalb geringer Grenzen wieder zunehmen können), dass sich der Proteingehalt ausnahmslos schnell, (bei geringerer mittlerer Temperatur etwas langsamer) vermin-

dert und unabhängig davon bei trocknem Wetter sich die Phosphorsäure zusammen mit den übrigen Mineralstoffen wieder etwas vermehren kann; dass ferner von demselben Zeitpunkte ab auch die in den Blättern enthaltene Rohfaser und einige stickstofffreie Extractivstoffe in geringem Grade allgemein eine Verminderung erfahren, welche bei abnehmender Temperatur und zunehmender Feuchtigkeit am stärksten auftritt, wobei die sonst regelmässige Anhäufung von Kalk und von Kieselsäure in den Blättern unterbleibt. Die Rohfaser und die stickstofffreien Extractivstoffe können sich jedoch innerhalb gewisser Grenzen wieder vermehren, bei trockener und wärmerer Witterung (Hohenheim) oder in der letzten Vegetationsperiode überhaupt (München).

Im Allgemeinen wurden somit die von Zöller und Rissmüller auf Grund ihrer Untersuchungen aufgestellten und oben kurz erwähnten Gesetzmässigkeiten auch hier bestätigt gefunden; die Ergebnisse der beiden Untersuchungen gestatteten jedoch dieselben, solange keine entgegengesetzte Erfahrungen vorliegen, in obige mit den sonstigen Beobachtungen, soviel mir bekannt, nicht im Widerspruch stehende präcisere Form zu fassen.

Analytische Belege.

Die Analysen wurden nach derselben bei den Saatschulpflanzen angewendeten Methode ausgeführt.

Blätter vom 26. Mai.

3330 frische Blätter wogen 545,7 Grm.
19,06 Grm. frische Blättersubstanz = 3,957 Grm. Trockensubstanz.
109,33 Grm. Trockensubstanz = 5,9018 Grm. Rohasche.

Rohasche 2,3047.
Sand 0,0420,
Kohlensäure 0,2647, somit Reinasche 1,998.

Reinasche 1,998.

Kieselsäure	0,108	=	5,405%

Reinasche 0,666.

Schwefelsäure	0,0472	=	7,087%
Phosphorsäure	0,1375	=	20,650%
Kalk	0,1774	=	26,650%
Magnesia	0,0442	=	6,637%
Kali	0,2159	=	32,410%
Eisenoxyd	0,012	=	1,800%
Manganoxyduloxyd	0,0065	=	0,976%
			100,595

Blätter vom 26. Juni.

2040 frische Blätter wogen 292 Grm.
136 Grm. frische Blattsubstanz = 46,68 Grm. Trockensubstanz.
100,22 Grm. Trockensubstanz = 4,723 Grm. Rohasche.

Rohasche 1,819
Sand 0,032
Kohlensäure 0,2623, somit Reinasche 1,5247.

Reinasche 1,5247

Kieselsäure	0,074	= 11,410%

Reinasche 0,5082

Schwefelsäure	0,0302	= 5,943%
Phosphorsäure	0,0595	= 11,707%
Kalk	0,1540	= 30,303%
Magnesia	0,0353	= 6,946%
Kali	0,1553	= 30,560%
Eisenoxyd	0,0075	= 1,476%
Manganoxyduloxyd	0,008	= 1,574%
		99,919

Blätter vom 25. August.

1610 frische Blätter wogen 273,5 Grm.
273,5 Grm. frische Blattsubstanz gaben 103,0 Grm. Trockensubstanz.
64,92 Grm. Trockensubstanz gaben 3,8205 Grm. Rohasche.

Rohasche 3,265
Sand 0,042
Kohlensäure 0,160, somit Reinasche 3,063.

Reinasche 3,063

Kieselsäure	0,6435	= 21,02 %

Reinasche 1,021

Schwefelsäure	0,357	= 3,497%
Phosphorsäure	0,1119	= 10,96 %
Kalk	0,3205	= 31,390%
Magnesia	0,0584	= 5,720%
Kali	0,2527	= 24,750%
Eisenoxyd	0,0114	= 1,116%
Manganoxyduloxyd	0,015	= 1,470%
		99,923

Blätter vom 26. Juli.

1470 frische Blätter wogen 225,2 Grm.
225,2 Grm. frische Blattsubstanz = 81,06 Grm. Trockensubstanz.
54,53 Grm. Trockensubstanz = 2,9235 Grm. Rohasche.

Rohasche 2,3665
Sand 0,0375
Kohlensäure 0,2166, somit Reinasche: 2,1124.

Reinasche 2,1124

Kieselsäure	0,367	= 17,370%

Reinasche 0,7041

Schwefelsäure	0,0262	= 3,721%
Phosphorsäure	0,0783	= 11,130%
Kalk	0,2343	= 33,280%
Magnesia	0,0531	= 7,546%
Kali	0,1709	= 24,273%
Eisenoxyd	0,0109	= 1,542%
Manganoxyduloxyd	0,0120	= 1,704%
		100,566

Blätter vom 26. September.

2380 frische Blätter wogen 332 Grm.
332 Grm. frische Blattsubstanz gaben 120,6 Grm. Trockensubstanz.
120,6 Grm. Trockensubstanz gaben 7,173 Grm. Rohasche.

Rohasche 6,265
Sand 0,132
Kohlensäure 0,2506, somit Reinasche 5,882.

Reinasche 5,882

Kieselsäure	1,280	= 21,76%

Reinasche 1,961

Schwefelsäure	0,0604	= 3,080%
Phosphorsäure	0,2213	= 11,280%
Kalk	0,626	= 31,920%
Magnesia	0,0973	= 4,962%
Kali	0,9855	= 24,760%
Eisenoxyd	0,027	= 1,377%
Manganoxyduloxyd	0,029	= 1,479%
		100,617

Blätter vom 26. October.

2534 frische Blätter wogen 368,5 Grm.
368,5 Grm. frische Blattsubstanz gaben 136,9 Grm. Trockensubstanz.
64,04 Grm. Trockensubstanz gaben 4,160 Grm. Rohasche.

Rohasche 3,813
Sand 0,058
Kohlensäure 0,286, somit Reinasche 3,469.

Reinasche 3,469

Kieselsäure	0,698	=	20,12 %

Reinasche 1,156

Schwefelsäure	0,0278	=	2,405 %
Phosphorsäure	0,1599	=	13,83 %
Kalk	0,3595	=	31,100 %
Magnesia	0,0541	=	4,680 %
Kali	0,2906	=	25,140 %
Eisenoxyd	0,0154	=	1,332 %
Manganoxyduloxyd	0,010	=	0,865 %
			99,472

Buchenblätter von 7. November.

2485 frische Blätter wogen 313,8 Grm.
313,8 Grm. frische Blattsubstanz gaben 105,52 Grm. Trockensubstanz.
85,48 Grm. Trockensubstanz gaben 6,096 Grm. Rohasche.

Rohasche 5,523
Sand 0,099
Kohlensäure 0,4772, somit Reinasche 4,947.

Reinasche 4,947

Kieselsäure	1,168	=	23,64 %

Reinasche 1,649

Schwefelsäure	0,0364	=	2,207 %
Phosphorsäure	0,1995	=	12,102 %
Kalk	0,5732	=	34,761 %
Magnesia	0,0732	=	4,439 %
Kali	0,3398	=	20,610 %
Eisenoxyd	0,0186	=	1,128 %
Manganoxyduloxyd	0,012	=	0,727 %
			99,614

Abgestorbene Blätter von der zweiten Buche.

233 Grm. frische Blattsubstanz gaben 92,855 Trockensubstanz.
55,537 Grm. Trockensubstanz gaben 3,490 Grm. Rohasche.

Rohasche 3,490
Sand 0,052
Kohlensäure 0,237, somit Reinasche 3,201.

Reinasche 3,201

Kieselsäure	0,869	=	27,150 %

Reinasche 1,067

Schwefelsäure	0,0189	=	1,771 %
Phosphorsäure	0,0812	=	7,610 %
Kalk	0,4365	=	40,910 %
Magnesia	0,0353	=	3,308 %
Kali	0,185	=	17,350 %
Eisenoxyd	0,017	=	1,593 %
Manganoxyduloxyd	0,009	=	0,843 %
			100,535

Bestimmung der organischen Bestandtheile und der durch kochendes Wasser ausziehbaren Mineralstoffe.

Es wurde eine gewogene Menge Trockensubstanz einige Stunden mit destillirtem Wasser ausgekocht, in dem ungelösten auf gewöhnliche Weise die Rohfaser bestimmt, die Lösung eingedampft, der bei 100° getrocknete Rückstand gewogen, davon die darin enthaltene Reinasche abgezogen, und so die löslichen Extractivstoffe und die löslichen Mineralstoffe bestimmt. Der Stickstoffgehalt wurde ermittelt durch Glühen der Trockensubstanz mit Natronkalk, und Zurücktitriren des aufgefangenen Ammoniaks mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge. Die Gerbsäurebestimmungen wurden ausgeführt nach der von Neubauer modificirten Methode von Loewenthal; dieselbe ist in der Ausführung sehr einfach und liefert wohl von allen andern Methoden die genauesten relativen Resultate. Die Lösungen wurden so eingestellt, dass 20 Cbcm. Chamäleon 10 Cbcm. $^1/_{10}$ Normaloxalsäurelösung entsprachen und 1 Cbcm. Chamäleon 0,002078 Grm. Tannin anzeigte. Von der Indigolösung brauchten 20 Cbcm. 14,2 Cbcm. Chamäleonlösung, sie wurde erhalten durch Auflösen von 6 bis 7 Grm. trocknem wasserlöslichen Indigcarnim, von welchem 6 bis 7 Grm. c. 30 Grm. teigförmigem Indigcarnim entsprechen, in destillirtem Wasser; dieses Präparat, welches mit ausgezeichneter Schärfe den Endpunkt der Reaction erkennen lässt, verdanke ich der Freundlichkeit des Farbenfabrikanten Herrn Commerzienrath Knosp in Stuttgart.

Buchenblätter vom 26. Juni.

Trockensubstanz 2,329

Rohfaser + Asche 0,517, darin 0,006 Asche, somit Rohfaser 0,511 = 21,93%

in Wasser löslich 0,564, darin Reinasche 0,081, somit Extractstoffe 0,483 = 20,73%.

Trockensubstanz 3,380

Natronlauge 69 Cbcm. = Stickstoff 0,0966, somit Proteinsubstanz 17,861%.

Trockensubstanz 10,27

Die Abkochung betrug 500 Cbcm.

40 Cbcm. dieser Abkochung + 20 Cbcm. Indigo + 10 Cbcm. verdünnte Schwefelsäure + 750 Cbcm. Wasser	bedurften	19,4 Cbcm.	Chamäleonlösung (Mittel von 3 Bestimmungen)
	davon ab	14,2 Cbcm.	Chamäleonlösung für 20 Cbcm. Indigolösung
		5,2 Cbcm.	
	davon ab	0,6 Cbcm.	(für 40 Cbcm. der Abkochung nach Behandlung derselben mit Thierkohle)
		4,6 Cbcm.	

entsprechend Gerbsäure 0,0096 = 1,164%.

Blätter vom 26. Juli.

Trockensubstanz 2,743

Rohfaser + Asche 0,558, darin Asche 0,005, somit Rohfaser 0,553 = 23,82%

in Wasser löslich 0,620, darin Reinasche 0,090, somit Extractstoffe 0,530 = 22,83%.

Trockensubstanz 2,546

Natronlauge 48 Cbcm. Stickstoff 0,0672, somit Proteinsubstanz 16,495%.

Trockensubstanz 10,94

Abkochung 40 Cbcm. brauchten 8,2 Cbcm. Chamäleonlösung
» 40 Cbcm. » 0,6 Cbcm. (nach Behandlung mit Thierkohle).
7,6 Cbcm.
somit Gerbsäure 1,804%.

Blätter vom 25. August.

Trockensubstanz 2,864

Rohfaser + Asche 0,550, darin Asche 0,006, somit Rohfaser 0,544 = 24,30%

in Wasser löslich 0,599, darin Reinasche 0,091, somit Extractstoffe 0,508 = 22,695%.

Trockensubstanz 0,9774

Natronlauge 17 Cbcm. Stickstoff 0,0238, somit Proteinsubstanz 15,220%.

Trockensubstanz 10,41

Abkochung 40 Cbcm. bedurften 10,1 Cbcm. Chamäleonlösung
» 40 Cbcm. » 0,5 Cbcm. (nach Behandlung mit Thierkohle).
9,6 Cbcm.
somit Gerbsäure 2,395%.

Blätter vom 26. September.

Trockensubstanz 2,281

Rohfaser + Asche 0,533, darin Asche 0,008, somit Rohfaser 0,525 = 23,02%

in Wasser löslich 0,634, darin Reinasche 0,118, somit Extractstoffe 0,516 = 22,63%.

Trockensubstanz 1,1019

Natronlauge 19 Cbcm. = Stickstoff 0,0266, somit Proteinsubstanz 16,319%.

Trockensubstanz 10,37

Abkochung 40 Cbcm. bedurften 12,3 Cbcm. Chamäleonlösung
» 40 Cbcm. » 0,6 Cbcm. nach der Behandlung mit Thierkohle
11,7 Cbcm.
somit Gerbsäure 2,930%.

Blätter vom 26. October.

Trockensubstanz 2,284

Rohfaser + Asche 0,550, darin Asche 0,007, somit Rohfaser 0,543 = 23,776 %

in Wasser löslich 0,672, darin Reinasche 0,106, somit Extractstoffe 0,566 = 24,784 %.

Trockensubstanz 1,026

Natronlauge 14 Cbcm. Stickstoff 0,0196, somit Proteinsubstanz 11,94 %.

Trockensubstanz 11,03

Abkochung 40 Cbcm. bedurften 13,1 Cbcm. Chamäleonsubstanz
» 40 Cbcm. » 1,2 Cbcm. nach der Behandlung mit Thierkohle

11,9 Cbcm.

somit Gerbsäure 2,802 %.

Blätter vom 7. November.

Trockensubstanz 2,570

Rohfaser + Asche 0,627, darin Asche 0,007, somit Rohfaser 0,620 = 26,91 %

in Wasser löslich 0,709, darin Reinasche 0,100, somit Extractstoffe 0,609 = 26,43 %.

Trockensubstanz 1,074

Natronlauge 9 Cbcm. Stickstoff 0,0126, somit Proteinsubstanz 7,332 %.

Trockensubstanz 11,11

Abkochung 40 Cbcm. + Indigo 30 Cbcm. } bedurften 38,0 Cbcm. Chamäleonlösung
21,4 Cbcm. für Indigo

16,6 Cbcm.

Abkochung 40 Cbcm. » 1,3 nach der Behandlung mit Thierkohle

15,3 Cbcm. Chamäleonlösung für Gerbsäure.

somit Gerbsäure 3,576 %.

III. Untersuchung der Waldstreu.

Seitdem über die Bedeutung der Streudecke für die Waldcultur mehrere unwillkommene Beobachtungen gemacht worden, hat man sich seitens der forstlichen Versuchs-Stationen einer Untersuchung derselben in grösserem Massstabe unterzogen; und es sind, wie der agricultur-chemischen Section der jüngsten Naturforscherversammlung durch Herrn Ebermayer mitgetheilt

wurde, durch die bayerischen Forst-Stationen interessante Untersuchungsergebnisse gesammelt worden. Auch die würtembergische Versuchs-Station zu Hohenheim hat sich eingehend mit dieser Frage beschäftigt, und möchte ich hier einige Analysen verschiedener von derselben gesammelten Waldstreuproben mittheilen.

100 Grm. Reinasche gaben:

	No. I Buchenlaubstreu	No. II Buchenlaubstreu	No. III (G.)	No. IV. Eichenlaubstreu (G.)	No. V Moos (G.)
Kieselsäure	36,668	35,710	41,74	42,0	44,39
Schwefelsäure	2,215	2,185	2,75	2,23	5,63
Phosphorsäure	2,456	2,277	2,75	3,83	6,11
Kalk	35,120	45,301	37,50	35,42	24,94
Magnesia	3,813	3,364	4,87	4,74	3,31
Kali	2,436	1,476	5,16	5,74	8,47
Natron	0,316	0,164	1,73	3,83	2,81
Eisenoxyd	10,510	3,262	1,37	2,55	1,09
Manganoxyduloxyd	6,323	5,843	4,87	3,83	4,23

No. I ist Buchenlaubstreu, welche von einer Fläche (No. 57 der forstl. Versuchs-Station), die im Jahre 1872 berecht worden war, im Juli 1873 gesammelt wurde, somit als einjährig anzusehen ist; sie betrug, an der Sonne getrocknet nur 12,14% Feuchtigkeit enthaltend, pro Morgen (1 Hectar = 3,173 Morgen) 1030,4 Kilogr. Zur Analyse wurden daraus Blätter ausgesucht, welche von brauner Farbe und noch vollständig erhalten waren. No. II, gesammelt im Juli 1873, stammte von einer Fläche (No. 3 der forstlichen Versuchs-Station), welche seit 1869 geschont worden war; die Waldstreu, 12,02% Feuchtigkeit enthaltend, betrug pro Morgen 903,2 Kilo. Als mittlere Bonität wurden etwa 560 Kilo pro Morgen gefunden. Von dieser Probe wurden zur Analyse die noch ziemlich erhaltenen Blattreste verwendet, welche von weisser Farbe und durchscheinend waren und nach Obigem als die ältesten Bestandtheile der 3jährigen Laubstreu angesehen werden konnten.

Die Proben III, IV und V sind ebenfalls von Prof. Baur

(im Waldenbucher Revier) aufgenommen, sie stammen von einem Orte, wo seit vielen Jahren nicht mehr Streu gerecht worden ist; das Moos stammt von einer noch in frischer Vegetation befindlichen dichten und ungestörten Moosdecke desselben Waldes. Die Analysen dieser 3 Proben wurden ausgeführt von Herrn Gantter in Hohenheim, welcher so freundlich war, mir dieselben zur Verfügung zu stellen.

Die Zusammensetzung der Trockensubstanz der Proben I und II war folgende.

1000 Grm. Trockensubstanz enthielten:

	I.	II.		I.	II.
Kieselsäure	19,08	21,988	Kali	1,268	0,909
Schwefelsäure	1,153	1,345	Natron	0,164	0,101
Phosphorsäure	1,278	1,403	Eisenoxyd	5,469	2,009
Kalk	18,280	27,900	Manganoxyduloxyd	3,290	3,598
Magnesia	1,984	2,072			

Diese Analysen zeigen, dass die Zusammensetzung der Aschen der Laubstreu im Ganzen trotz deren verschiedenem Ursprung und Alter sich ziemlich gleich bleibt, No. I enthält nur mehr Eisen und No. II mehr Kalk, was vielleicht auf Rechnung von Bodenbeimengungen zu setzen sein wird; No. III und IV, welche von einer seit vielen Jahren nicht mehr berechten Fläche stammen, enthalten mehr Kieselsäure und Kali; es kann dieses andeuten, dass die am Baume abgestorbenen Blätter schon dort überhaupt reicher waren an diesen Bestandtheilen, was mit einer höheren Vegetationsthätigkeit derselben vielleicht im Zusammenhange stehen könnte, oder auch dass der Verwesungs- und Auswaschungsprocess der abgefallenen Blätter, bei dem muthmasslichen Reichthum der dortigen Waldbodendecke an Nährstoffen und der relativ grösseren Menge der Laubstreu im Einzelnen langsamer vor sich gegangen ist. Die Asche der Eichenlaubstreu enthält nach obiger Analyse noch etwas mehr Phosphorsäure; und das Moos ist als lebende Pflanze überhaupt reicher an Phosphorsäure und Alkalien.

Die hier gefundene Zusammensetzung der Trockensubstanz von Probe I und II, verglichen mit derjenigen der noch am Baume befindlichen abgestorbenen Blätter, scheint anzuzeigen,

dass die Auswaschung der grössten Menge der in ihnen enthaltenen Phosphorsäure und Alkalien bald nach dem Blattfalle während des Winters schon stattfindet, und dass die Zusammensetzung der auf dem Waldboden der Verwesung überlassenen Blattsubstanz sich nach dem ersten Winter kaum noch verändert; das Kali scheint etwas schneller abzunehmen, als die Phosphorsäure Im Ganzen lässt sich jedoch hierüber noch nichts Bestimmtes sagen ohne nähere Kenntniss der betreffenden geologischen Grundlage und der Verhältnisse überhaupt, unter welchen sich die Blätter ausgebildet haben, da ja, wie aus dem Früheren ersichtlich, die Zusammensetzung des herbstlichen Laubes innerhalb ganz erheblicher Grenzen verschieden sein kann.

Aus den zugleich angegebenen hier befundenen Quantitäten der Waldstreu, lässt sich ungefähr noch berechnen, wieviel Nährstoffe darin pro Morgen enthalten sein können, wieviel somit durch das Streurechen dem Waldboden für diesen Fall entzogen würden.

Analytische Belege.

No. I.

Buchenlaubstreu 101,7 Grm. gaben Trockensubstanz 89 35 Grm.
und Rohasche 7,946 »

Rohasche 0,390
Kohlensäure 17,8 Cbcm. (bei 17° und 756 Mm.) = 8,01 %.

Rohasche 0,661
Kohlensäure 27,1 Cbcm. (bei 17° und 756 Mm.) = 7,2 %.

Rohasche 7,946
Sand + Thon 2,692
Kohlensäure 0,604 (berechnet zu 7,6 %
somit Reinasche 4,650

Reinasche 4,650
Kieselsäure 1,705 = 36,668 %.

Reinasche 1,550

Schwefelsäure	0,0343	=	2,215 %
Phosphorsäure	0,0381	=	2,456 %
Kalk	0,5443	=	35,120 %
Magnesia	0,0591	=	3,813 %
Kali	0,0377	=	2,436 %
Natron	0,0049	=	0,316 %
Eisenoxyd	0,1629	=	10,510 %
Manganoxydul-oxyd	0,098	=	6,323 %
			99,857

No. II.

Buchenlaubstreu 91 Grm. gaben Trockensubstanz 80,05 Grm.
und Rohasche 7,173 »

Rohasche 7,173
Sand + Thon 1,235
Kohlensäure 1,009
somit Reinasche 4,929.

Reinasche 4,929
Kieselsäure 1,760 = 35,710 %.

Reinasche 1,643

Schwefelsäure	0,0359	=	2,185 %
Phosphorsäure	0,0374	=	2,277 %
Kalk	0,7443	=	45,301 %
Magnesia	0,0557	=	3,364 %
Kali	0,0243	=	1,476 %

No. III.
(G.).

Buchenlaubstreu (lufttrocken) 71,15 Grm. gaben Rohasche 7,06

Rohasche 1,331
Sand + Kohle 0,293

Rohasche 0,449
Kohlensäure 33,06 Cbcm. (bei 21° C. und 725 Mm.) = 0,056.

Rohasche 1,331 gaben somit Reinasche 0,872.

Reinasche 0,872
Kieselsäure 0,364.

Reinasche 0,324

Schwefelsäure	0,008
Phosphorsäure	0,008
Kalk	0,109
Magnesia	0,014
Kali	0,015
Natron	0,005
Manganoxyduloxyd	0,014

Reinasche 0,324. Der Lösung wurden zugesetzt 10 Cbcm. Eisenlösung, enthaltend 0,01678 Grm. Eisenoxyd; zur Titrirung wurden verbraucht an Unterschwefligsaurem Natron 2,5 Cbcm. = 0,020875

hiervon ab 0,016780

somit 0,004095 Eisenoxyd

No. V.
(G).

Moos (lufttrocken) 100,0 Grm. gaben Rohasche 6,140.

Rohasche 2,704
Sand + Kohle 1,323

Rohasche 0,509
Kohlensäure 12,09 Cbcm. = 0,020.

Rohasche 2,704 gaben somit Reinasche 1,275.

Natron	0,0027	=	0,164 %
Eisenoxyd	0,0536	=	3,262 %
Manganoxyduloxyd	0,096	=	5,843 %
			99,582

No. IV.
(G.).

Eichenlaubstreu (lufttrocken) 79,0 gaben Rohasche 6,940.

Rohasche 1,307
Sand + Kohle 0,202.

Rohasche 0,412
Kohlensäure 30,0 Cbcm. (bei 15° und 722 Mm.) = 0,052.

Rohasche 1,307 gaben somit Reinasche 0,940.

Reinasche 0,940
Kieselsäure 0,395

Reinasche 0,3399

Schwefelsäure	0,007
Phosphorsäure	0,012
Kalk	0,111
Magnesia	0,014
Kali	0,018
Natron	0,012
Manganoxyduloxyd	0,012
Eisenoxyd	0,0084

Reinasche 0,2125

Schwefelsäure	0,012
Phosphorsäure	0,013
Kalk	0,053
Manganoxyduloxyd	0,009
Kali	0,018
Natron	0,006
Magnesia	0,007
Eisenoxyd	0,0084

IV. Untersuchung der Kiefernadeln in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien.

Einzelne Aschenanalysen von Kiefernadeln waren schon bekannt: und diese Untersuchung wurde hauptsächlich zu dem Zwecke ausgeführt, um Näheres über den Vegetationsgang auch dieser Blattorgane zu erfahren; es wurden in den verschiedenalterigen Nadeln eines und desselben Baumes im Frühsommer und im Herbste die Aschenbestandtheile bestimmt, und wir werden, da diese Mineralstoffe dazu dienen bei der Assimilation und dem Stoffwechsel die nöthigen chemischen Zersetzungen und Verbindungen einzuleiten, aus diesen Bestimmungen schon einige Aufschlüsse darüber erhalten, in welcher Weise sich die jüngeren und die älteren Nadeln an der Ernährung des Baumes betheiligen.

Die zu dieser Untersuchung verwendete Kiefer (Pinus sylvestris), steht im Hohenheimer Revier (Oberer Wald) neben der Saatschule, sie ist etwa 17jährig und normal entwickelt. Von diesem Baume wurden am 5. Juli 1873 drei Aeste, und am 27. October desselben Jahres vier Aeste abgenommen, von diesen im Laboratorium die 1jährigen, 2jährigen, 3jährigen und 4jährigen Nadeln abgepflückt, gewogen, getrocknet und verascht. Die folgenden Tabellen geben je 1) das Gesammtgewicht der an den drei (resp. vier) Aesten vorhandenen verschiedenalterigen Nadeln, 2) das Gesammtgewicht ihrer Reinasche und damit eine Andeutung bezüglich der im Laufe des Jahres etwa abgefallenen Nadeln und ihrer Aschenbestandtheile, ferner 3) die Trockensubstanz in Procenten der frischen Nadeln.

	Kiefernadeln vom 5. Juli von drei Aesten				Kiefernadeln vom 27. October von vier Aesten	
	1jährige	2jährige	3jährige	4jährige	1jährige	2jährige
	Gramm	Gramm	Gramm	Gramm	Gramm	Gramm
Gesammtgewicht der frischen Nadeln	188,3	387,0	200,2	49,3	338,9	166,6
Gesammtgewicht ihrer Reinasche	1,148	2,916	1,790	0,506	8,178	3,855
Trockensubstanz in Procenten der frischen Nadeln	29,27%	48,35%	48,39%	49,31%	37,015%	40,44%

Die in den zwei ersten Horizontalreihen gegebenen Zahlen können uns allerdings noch kein Bild geben von dem Gewicht der etwa jährlich abgefallenen Nadeln und ihrer Aschenbestandtheile, denn in jedem Jahre entwickeln sich neue Triebe, und die an demselben Aste ursprünglich vorhanden gewesene Menge von jetzt 4jährigen Nadeln musste bedeutend geringer gewesen sein, als die der in diesem Jahre entwickelten Nadeln; dennoch zeigt uns das an den vier Aesten im October gefundene Gewicht der 2jährigen Nadeln gegenüber dem der im Juli von drei Aesten abgenommenen, dass von diesen im Laufe der Sommermonate eine beträchtliche Menge abgefallen sein muss. Auch waren im October wahrscheinlich in Folge eines früh eingetretenen Frostes keine 3jährigen und 4jährigen Nadeln mehr vorhanden. Es zeigt aber diese eine Beobachtung schon, dass unter Umständen eine Anzahl zweijähriger Nadeln abfallen und den Boden um eine entsprechende Menge von mineralischen Nährstoffen bereichern kann.

Aus der dritten Horizontalreihe obiger Tabelle ersehen wir, dass die jüngsten Nadeln am 5. Juli noch c. 70% Wasser enthielten, in ihrer Entwicklung somit noch weit hinter den gleichalterigen Buchenblättern zurück waren. Die älteren Nadeln enthielten alle 51% bis 50% Wasser. Bemerkenswerth ist ferner, dass die 2jährigen Nadeln im October c. 8% Wasser mehr enthielten, als im Juli, und steht dieses wahrscheinlich mit ihrem Gehalt an Mineralbestandtheilen im Zusammenhange, worüber die analytischen Resultate einigen Aufschluss geben.

Die chemische Analyse der Reinasche der verschiedenen Nadeln ergab Folgendes:

100 Grm. Reinasche enthielten:

	Kiefernadeln vom 5. Juli				Nadeln vom 27. October	
	1jährige	2jährige	3jährige	4jährige	1jährige	2jährige
Kieselsäure	0,920	2,203	2,868	5,335	1,678	3,930
Schwefelsäure	6,475	5,256	4,123	—	4,461	3,763
Phosphorsäure	24,822	13,755	12,270	9,227	19,020	14,620
Kalk	13,840	26,270	31,90	36,54	16,46	24,195
Magnesia	3,758	6,20	9,68	—	5,79	5,054
Kali	38,590	25,14	21,64	17,97	38,87	30,860
Eisenoxyd	4,970	12,62	8,48	8,101	7,482	8,779
Manganoxyduloxyd	6,440	7,15	7,98	12,78	6,853	8,706

Aus dieser Zusammenstellung der Aschenbestandtheile der am 5. Juli abgenommenen Nadeln ist deutlich zu sehen, wie mit steigendem Alter Schwefelsäure, Phosphorsäure und Kali abnehmen und Kieselsäure, Kalk, Magnesia und Mangan (Eisen) sich anhäufen; dieselben Verhältnisse finden wir bei den am 27. October abgenommenen Nadeln, deren Aschen jedoch mit den im Juli erhaltenen nicht direct vergleichbar sind, worüber die nächste Tabelle Auskunft geben wird.

Vergleichen wir die Zusammensetzung dieser Aschen mit derjenigen der Buchenblätteraschen, so tritt als hauptsächlichster Unterschied hervor, dass in den Buchenblättern mit zunehmendem Alter der Kieselsäuregehalt bis zu c. 25 % der Reinasche steigt, und Eisen- und Mangangehalt sich kaum verändern. In den Kiefernadeln dagegen finden wir nur wenig Kieselsäure, und in allen Entwicklungsstadien einen bedeutenden Gehalt an Eisen und Mangan, der bei den 4jährigen schon abgestorbenen braunen Nadeln zusammengenommen c. 20 % der Reinasche beträgt. Ein weiterer Unterschied scheint in den Veränderungen und Schwankungen des Magnesiagehaltes der Reinasche zu bestehn, indem dieselbe sich bei den Nadeln an den Kalk anschliesst, bei den Buchenblättern aber besonders in deren späteren Entwicklungsstadien mit Kali und Phosphorsäure zusammenzugehn scheint.

Beziehen wir obige analytischen Resultate auf die Trockensubstanz der verschiedenen Nadeln, so ergiebt sich folgende Tabelle.

1000 Grm. Trockensubstanz enthalten:

	Nadeln vom 5. Juli 1873				Nadeln vom 27. October 1873	
	1jährige	2jährige	3jährige	4jährige	1jährige	2jährige
Reinasche	20,83	15,58	18,47	20,82	24,13	23,14
Kieselsäure	0,192	0,343	0,530	1,111	0.405	0,909
Schwefelsäure	1,349	0,819	0.762	—	1,076	0,865
Phosphorsäure	5,170	2,143	2,267	1,921	4,589	3,383
Kalk	2,883	4,093	5,892	7,608	3,972	5,600
Magnesia	0,765	0,966	1,788	—	1,397	1,170
Kali	8,038	3,917	3,997	3,742	9,377	7,141
Eisenoxyd	1,035	1,966	1,566	1,687	1,807	2,031
Manganoxyduloxyd	1,342	1,714	1,474	2,661	1,653	2,015

Fassen wir hier zunächst den Gesammtgehalt der Trockensubstanz an Mineralstoffen ins Auge, so sehen wir, dass er am geringsten ist bei den zweijährigen Nadeln vom 5. Juli, und überhaupt in allen Nadeln zu der Zeit, da die einjährigen Nadeln noch in ihrer Entwicklung begriffen waren, kleiner ist, als in den im October abgenommenen. Betrachten wir die verschiedenen gefundenen Mengen der einzelnen Aschenbestandtheile, so zeigt uns obige Tabelle wiederum, dass die jüngsten Nadeln am meisten Schwefelsäure, Phosphorsäure und Kali enthalten, und am wenigsten Kieselsäure, Kalk, Magnesia, Eisen und Mangan. Bei näherer Betrachtung der Tabelle fällt es jedoch auf, dass die zweijährigen und dreijährigen noch vollständig grünen am 5. Juli abgenommenen Nadeln in Beziehung auf den Gehalt ihrer Trockensubstanz an Phosphorsäure und Kali, den bei der Production von organischer Substanz so wichtigen Mineralstoffen so sehr wenig verschieden sind von den schon abgestorbenen braunen vierjährigen Nadeln. Denken wir uns nun, die einjährigen und zweijährigen Octobernadeln seien dieselben wie die entsprechenden Julinadeln und nur um soviel älter, so zeigt die Tabelle, dass im Laufe dieser Zeit ihre Trockensubstanz reicher geworden ist an allen Aschenbestandtheilen (mit Ausnahme der Phosphorsäure und Schwefelsäure der einjährigen Nadeln, welche nur sehr wenig abgenommen haben); ein Verhalten, welches mit den sonstigen Erfahrungen über die mit zunehmendem Alter bei Blattorganen eintretenden Veränderungen durchaus nicht im Einklang steht; dabei sahen wir, dass bei den zweijährigen Nadeln der Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure von 2,143 pro Mille bis 3,383 und an Kali von 3,91 auf 7,14 also unverhältnissmässig gestiegen ist.

Es liegt daher der Gedanke nahe, dass die Nadeln in Beziehung auf diese Nährstoffe vor dem 5. Juli einen erheblichen Verlust erlitten hatten, der im Laufe des Sommers wieder ausgeglichen wurde; darauf weist auch schon ihr im Juli geringer Aschengehalt hin, und der ebenso niedrige Gehalt auch der dreijährigen Julinadeln an Phosphorsäure und Kali lässt vermuthen, dass in beiden Fällen ein Minimum dieser Nähr-

stoffe eingetreten war. Wohin diese Nährstoffe im Frühjahr aus den Nadeln auswanderten, und wozu dieselben verwendet wurden, wird wohl nicht zweifelhaft sein, am einfachsten ist die Annahme, dass sie zum Aufbau der neu sich entwickelnden Nadeln dienten.

Versuchen wir, diese Wanderung an unserem Beispiele zu verfolgen, indem wir die einjährigen und zweijährigen Octobernadeln je mit den zweijährigen und dreijährigen Julinadeln vergleichen, unter der Annahme, dass eine Untersuchung der letzteren im nächsten Jahre auch dieselben Resultate ergeben hätte, so zeigt sich, dass die Nadeln in Beziehung auf alle Nährstoffe (mit Ausnahme des Kalkes bei den einjährigen und der Magnesia bei den zweijährigen) Verluste erlitten haben; und zwar die einjährigen in höherem Grade als die zweijährigen; letzteres vielleicht, weil die einjährigen sich in grösserer Nähe bei den jungen Trieben befanden, oder weil sie als die jüngeren noch mehr Nährstoffe in löslicher Form enthielten. Dass der Kalkgehalt nicht ebenfalls abgenommen, im Gegentheil eine geringere Zunahme erfahren hat, dürfte, wenn man noch dazu seine nach dieser Tabelle mit steigendem Alter ziemlich regelmässig stattfindende Zunahme berücksichtigt, als Bestätigung dienen für die Annahme, dass bei den die Productionsthätigkeit der lebenden Blattorgane bedingenden chemischen Processen der Kalk in unlöslicher Form abgeschieden werde.

Eine Vergleichung schliesslich der hier gefundenen Aschenquantitäten mit denjenigen der Buchenblätter ergiebt, dass die Nadeln gegenüber den Blättern der Laubhölzer eine äusserst geringe Menge Gesammtasche enthalten. Hieraus und aus der Thatsache, dass die Nadeln mehrere Jahre hindurch am Baume verbleiben, also jährlich nur eine verhältnissmässig kleine Menge von Blattorganen neu bilden, was bei Nadelhölzern, welche, wie die Fichte, oft 8 bis 10 Jahre lang (? Rd.) ihre Nadeln behalten, von noch grösserer Bedeutung sein wird, als bei der Kiefer, dürften sich am einfachsten die geringeren Ansprüche erklären lassen, welche die Nadelhölzer an den Boden machen.

Wenigstens haben Untersuchungen über den Aschengehalt des Holzes, worin der Grund des so sehr verschiedenen Nähr-

stoffbedarfs gesucht wurde, ergeben, dass in dieser Hinsicht keine erheblichen Unterschiede zwischen Nadelhölzern und Laubhölzern vorhanden sind.

Schliesslich sei mir noch gestattet, an diesem Orte Herrn Prof. E. v. Wolff für seinen freundlichen Rath und die Hülfe, welche er mir im Interesse dieser Arbeiten angedeihen liess, meinen besten Dank auszusprechen.

Analytische Belege.

A) Kiefernadeln abgenommen am 5. Juli 1873 von einer c. 17jährigen Kiefer von drei Aesten, einem unteren, mittleren und oberen.

Einjährige Nadeln Gesammtgewicht 188,3 Grm.

Frische Substanz 119,5 gaben Trockensubstanz 34,976 und Rohasche 0,775; darin Kohlensäure 0,0465, somit Reinasche 0,7285 Grm.

Zweijährige Nadeln Gesammtgewicht 387 Grm.

Frische Substanz 290,2 gaben Trockensubstanz 140,33 und Rohasche 2,4570; darin Kohlensäure 0,2703 somit Reinasche 2,1867 Grm.

Dreijährige Nadeln Gesammtgewicht 200,2 Grm.

Frische Substanz 138,5 gaben Trockensubstanz 67,02 und Rohasche 1,410; darin Kohlensäure 0,172, somit Reinasche 1,238.

Vierjährige Nadeln Gesammtgewicht 49,3 Grm.

Frische Substanz 49,3 gaben Trockensubstanz 24,31 und Rohasche 0,5982; darin Kohlensäure 0,0921, somit Reinasche 0,5061.

Aschenanalysen.

Einjährige Nadeln.
Reinasche 0,652

Kieselsäure	0,0060 =	0,920 %
Schwefelsäure	0,0422 =	6,475 %
Phosphorsäure	0,1618 =	24,822 %
Kalk	0,0902 =	13,840 %
Magnesia	0,0245 =	3,758 %
Kali	0,2516 =	38,590 %
Eisenoxyd	0,0324 =	4,970 %
Manganoxyduloxyd	0,0420 =	6,440 %
		99,185

Zweijährige Nadeln.
Reinasche 0,6507

Kieselsäure	0,0143 =	2,203 %
Schwefelsäure	0,0342 =	5,256 %
Phosphorsäure	0,0895 =	13,755 %
Kalk	0,1709 =	26,270 %
Magnesia	0,0403 =	6,200 %
Kali	0,1636 =	25,140 %
Eisenoxyd	0,821 =	12,620 %
Manganoxyduloxyd	0,0465 =	7,150 %
		98,595

Dreijährige Nadeln.

Reinasche 0,5578

Kieselsäure	0,0160 =	2,868 %
Schwefelsäure	0,0230 =	4,123 %
Phosphorsäure	0,0684 =	12,270 %
Kalk	0,1779 =	31,900 %
Magnesia	0,0540 =	9,680 %
Kali	0,1207 =	21,640 %
Eisenoxyd	0,0473 =	8,480 %
Manganoxyduloxyd	0,0445 =	7,980 %
		98,941

Vierjährige Nadeln.

Reinasche 0,5061

Kieselsäure	0,0270 =	5,335 %
Schwefelsäure	?	?
Phosphorsäure	0,0467 =	9,227 %
Kalk	0,1849 =	36,540 %
Magnesia	?	?
Kali	0,0909 =	17,970 %
Eisenoxyd	0,041 =	8,101 %
Manganoxyduloxyd	0,0647 =	12,780 %
	Unbestimmt	10,147
		100,000

B) Kiefernadeln abgenommen von vier Aesten derselben Kiefer am 27. October 1873.

Einjährige Nadeln

Gesammtgewicht der frischen Substanz 915,5 Grm. der Trockensubstanz 338,9 Grm.

Trockensubstanz 99,43 gaben Rohasche 2,614, darin Kohlensäure 0,215, somit Reinasche 2,399 = 2,413 %.

Zweijährige Nadeln

Gesammtgewicht der frischen Nadeln 412 Grm., der Trockensubstanz 166,6 Grm.

Trockensubstanz 106,5 gaben Rohasche 2,753, darin Kohlensäure 0,289, somit Reinasche 2,464 = 2,314 %.

Einjährige Nadeln.

Reinasche 2,145

Kieselsäure	0,036 =	1,678 %
Reinasche 0,715		
Schwefelsäure	0,0319 =	4,461 %
Phosphorsäure	0,1360 =	19,020 %
Kalk	0,1177 =	16,460 %
Magnesia	0,0414 =	5,790 %
Kali	0,2779 =	38,870 %
Eisenoxyd	0,0535 =	7,482 %
Manganoxyduloxyd	0,0490 =	6,853 %
		100,641

Zweijährige Nadeln.

Reinasche 1,654

Kieselsäure	0,0650 =	3,930 %
Reinasche 0,827		
Schwefelsäure	0,0309 =	3,736 %
Phosphorsäure	0,1209 =	14,620 %
Kalk	0,2001 =	24,195 %
Magnesia	0,0418 =	5,054 %
Kali	0,2552 =	30,860 %
Eisenoxyd	0,0726 =	8,779 %
Manganoxyduloxyd	0,0720 =	8,706 %
		99,880.

Zur Statistik des landwirthschaftlichen Versuchswesens.

Die landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen im Königreich Sachsen und ihre Reorganisation.

Nahezu 25 Jahre sind verflossen, seit 1851 die erste Versuchs-Station in Sachsen begründet wurde. Gegenwärtig ist das Sächsische Versuchswesen in einer umfassenden Reorganisation begriffen. Die vom Landesculturrath in dieser Angelegenheit gefassten Beschlüsse sind dem Ministerium des Innern zur Genehmigung unterbreitet. Bevor wir zur Darstellung der projectirten Neugestaltung vorschreiten, dürfte es angemessen sein, auf die bisherige Organisation und Thätigkeit der für das landw. Versuchswesen in Sachsen bestehenden Anstalten einen Rückblick zu werfen, wobei zunächst ins Auge gefasst werden soll[1]:

a. Die bisherige finanzielle Fundirung der Sächs. Versuchs-Stationen.

Nur die directen Geldaufwendungen stehen hier in Frage. Arbeitsräume, z. Th. auch Wohnräume der Vorstände und Assistenten, fungiren als anderweitig dargeboten nicht in der Rechnung, sowie ferner die Leiter der zu Leipzig und Tharand bestehenden Versuchsanstalten für diese Thätigkeit eine Remuneration nicht beziehen.

1. Landw. Versuchs-Station zu Möckern.

Begründet 1851 (definitiv constituirt am 28. December 1852) und unterhalten durch das Ministerium des Innern, den landw. Kreisverein zu Leipzig, eine Stiftung des verstorbenen Dr. Cru-

---

[1] Vergl. auch: Revue über den Bestand des landwirthschaftlichen Versuchswesens, von Prof. Dr. F. Nobbe, Chemnitz, Ed. Focke. 1874.

sius auf Sahlis, durch Beiträge der »ökonomischen Societät« zu Leipzig sowie anderer landw. Vereine des Leipziger Kreises und durch sonstige Einnahmen (für Analysen etc.). Der Aufwand belief sich im Jahre 1872 auf ca. 3760 Thlr., wozu das Ministerium des Innern 2480 Thlr., der landw. Kreisverein 900 Thlr. beitrug.

Die Station ist errichtet auf dem Gute der genannten »Societät«, einem Areale von 37,73 Hectar und den von Dr. Crusius vermachten Grundstücken von 12,73 Hectar, in Summa 50,46 Hectar, und enthält eine wissenschaftliche Abtheilung, deren Vorstand Prof. Dr. G. Kühn ist, und eine praktisch-landwirthschaftliche, welcher Pachter Bähr vorsteht.

Die obere Verwaltung hat ein Curatorium, zu welchem ein Regierungscommissar, die Vorsitzenden des landw. Kreisvereins und der ökonomischen Societät, die Deputirten derjenigen Vereine, welche durch einen Beitrag von 100 oder mehr Thalern das Recht einer besonderen Vertretung erlangt haben, die Vorstände der beiden Stationsabtheilungen und der Nachfolger des oben genannten Stifters gehören.

Die Arbeiten der wissenschaftlichen Abtheilung, bei welcher ausser dem genannten Vorstande noch zwei Assistenten thätig sind, bewegen sich auf dem Gebiete der landw. Thierproduction, im Besondern auf dem der Milchproduction und der Lehre von der Ausnutzung der Futterstoffe. Ausserdem liegt ihr noch eine praktische Thätigkeit ob, indem sie Analysen von Düngmitteln und allen andern für den landw. Betrieb wichtigen Stoffen ausführt. In den Vordergrund tritt hierbei die Controle des Düngerhandels, und zwar übt sie dieselbe nur durch Untersuchung bereits erkaufter Waaren und Veröffentlichung der Resultate unter Angabe der verkaufenden Firmen und des von diesen garantirten Gehalts aus, indem sie dabei also von der sog. Lagercontrole mit Veröffentlichung der bei dieser erlangten Resultate absieht.

2. Landw. Versuchs-Station zu Döbeln.

Begründet 1853 zu Chemnitz und im Jahre 1872 bei Eröffnung der landw. Abtheilung an der Realschule zu Döbeln

dahin übertragen. Sie steht unter dem Ministerium des Innern, das in der Hauptsache ihre Ausstattung bestritten hat und sie, abgesehen von einigen Einnahmen für Analysen etc. unterhält. Der Aufwand für die Station, ausser den auf ca. 3200 Thlr. sich belaufenden Uebersiedlungs- und Einrichtungskosten, betrug im Jahre 1872 rund 667 Thlr., wovon 565 Thlr. aus der Casse des Ministeriums des Innern geflossen; und im Jahre 1873 501 Thlr. 11 Ngr. 1 Pf., wovon 300 Thlr. Zuschuss des Ministerium, 155 Thlr. für Analysen etc. Hierüber 400 Thlr. (seit 1874 500 Thlr.) antheiliger Gehalt des Vorstandes, als Lehrers an der K. Realschule, aus der Casse des Cultusministeriums.

Das Versuchsfeld und ein kleiner botanischer Garten, welche zur landw. Abtheilung der Realschule gehören, nehmen einen Flächenraum von ca. 160 Ar ein.

Der Chemiker an der Station, Dr. W. Wolf, hat die Aufgabe, neben verschiedenen Pflanzenanbau- und Düngungsversuchen, sowie wissenschaftlichen Arbeiten speciell über Ackererden, der Untersuchung von Dünge- und Futtermitteln, sowie Sämereien (nach den vorstehend bei Möckern angegebenen Gesichtspunkten) sich zu unterziehen, über agriculturchemische Fragen Auskunft zu ertheilen und in landw. Vereinsversammlungen Vorträge zu halten.

Seit December 1873 ist ein Assistent angestellt, dessen Gehalt, vorläufig 300 Thlr., zur Hälfte von dem Ministerium des Innern, zur anderen von dem Cultusministerium bestritten wird.

3. Landw. Versuchs-Station zu Pommritz.

Begründet am 1. Juni 1857 zu Weidlitz und 1864 auf das den Ständen des Kgl. Sächs. Markgrafthums Oberlausitz gehörige Rittergut Pommritz verlegt.

Die obere Verwaltung liegt dem Curatorium ob, welches aus drei von den Provinzialständen gewählten Mitgliedern der Landkreisstände und zwei Abgeordneten des landw. Kreisvereins zu Bautzen besteht und zu seinen Sitzungen den Regierungscommissar, den Landesältesten der Oberlausitz und den Stationsvorstand einladet.

Erhalten wird die Station durch Beiträge der genannten Stände, des Ministeriums des Innern und des landw. Kreisvereins, wozu noch die Einnahmen aus dem Laboratorium und dem Verkaufe von Producten kommen. Die Gesammtausgabe im Jahre 1872 betrug rund 4433 Thlr., wozu die Stände rund 1435 Thlr., das Ministerium des Innern 600 Thlr. und der Kreisverein 650 Thlr. beitrugen.

Stationsvorstand ist Prof. Dr. E. Heiden, unter welchem drei chemische Assistenten arbeiten.

Die Hauptaufgaben der Anstalt sind zur Zeit: Erforschung der Factoren, durch welche roher, und zwar roher schwererer wie roher leichterer, Boden fruchtbar gemacht werden kann; Erforschung der Ernährungsgesetze bei den Schweinen, Bestimmung der quantitativen und qualitativen Beschaffenheit des unterirdischen wie oberirdischen Theils von Culturpflanzen in verschiedenen Stadien der Entwicklung; Versuche über Conservirung von Futtermitteln etc.; endlich die Controle des Düngerhandels der Provinz, welche sie in der Weise ausführt, dass sie mit den Düngerhändlern einen Contract abschliesst, wornach dieselben ihren Gesammtverkauf unter die Controle der Station stellen und sich verpflichten, nur mit Garantie zu verkaufen, nicht aber von den Lagern Proben zur Controle entnimmt, sondern nur die gekaufte Waare untersucht. Jeder Landwirth hat das Recht, wenn er von einem controlirten Händler gekauft hat, unentgeltliche Untersuchung der betreffenden Düngemittel zu verlangen. Hiernächst ist der Stationsvorstand verpflichtet, in jedem landw. Vereine der Lausitz jährlich wenigstens einen Vortrag zu halten.

4. Versuchs-Station zu Dresden (an der Kgl. Thierarzneischule).

Begründet 1862 und unterhalten durch das Ministerium des Innern. Die Anregung zur Gründung dieser Station wurde zuerst im Jahre 1854 durch den landw. Kreisverein zu Dresden, welcher beschloss, 200 Thlr. jährlich zu Fütterungsversuchen unter Leitung Dr. Haubner's an der Thierarzneischule beizutragen und dann 1858 durch den Antrag und Conferenz von

Versuchs-Stations-Vorständen, die Thierarzneischule mit Anstellung von Grundversuchen über die Assimilation der Nahrungsmittel durch den thierischen Organismus zu beauftragen, gegeben: beide Male unter Befürwortung des Generalsecretärs der landw. Vereine, Dr. Reuning. In beiden Fällen wurde die Anstellung der Versuche mit Rücksicht auf die beschränkte Localität der (alten) Thierarzneischule für unthunlich erklärt. Bei Erbauung der neuen Schule ist dann auf Beschaffung von Localitäten zur Anstellung solcher Versuche Rücksicht genommen worden und darauf auch die Errichtung der Station erfolgt.

Unter Oberleitung des Medicinalraths Dr. Haubner fungirt als Chemiker Dr. V. Hofmeister.

Hauptsächliche Aufgabe der Station sind Fütterungsversuche über Prüfung der Hausthiere. Der Aufwand für die Station im Jahre 1872 betrug 990 Thlr.

5. Physiologische Versuchs-Station zu Tharand.

Begründet 1869 dadurch, dass der landw. Kreisverein zu Dresden dem Professor der Pflanzenphysiologie an der Kgl. Akademie für Forst- und Landwirthschaft die Mittel zur Erbauung eines Vegetationshauses aus Glas und Eisen, sowie zur Anstellung eines Assistenten und Famulus zur Verfügung stellten. Arbeitslocale und chemische Reagentien liefert die Königl. Akademie Tharand. Die Station hat zunächst zur Aufgabe die wissenschaftliche Erforschung der für den Anbau und die Benutzung der landw. Culturpflanzen massgebenden Naturgesetze, hauptsächlich mittelst der »Wasserculturen«. — Hierzu gesellten sich alsbald Untersuchungen über das Saatgut, theils im praktischen Interesse mittelst Controle des landw. Samenmarkts, theils vom wissenschaftlichen Standpunkt in Bezug auf den Bau und die Organisation der landw. Samen, deren Prüfung, Keimkraft, Dauer, Erhaltung und Förderung derselben etc.

Vorstand der Station ist Prof. Dr. F. Nobbe. Im Curatorium ist vertreten der landw. Kreisverein zu Dresden durch zwei Delegirte und die Akademie durch den Director, die Professoren der Agricultur-Chemie und der Pflanzenphysiologie, letzterer zugleich als Stationsvorstand.

Der Aufwand belief sich 1872 auf 755 Thlr., wozu 600 Thlr. vom landw. Kreisverein zu Dresden, 155 Thlr. durch Honorare für Untersuchungen von Sämereien beigetragen wurden.

Die Aufhebung der landw. Abtheilung der Akademie hat auf die Thätigkeit der physiologischen Versuchs-Station einen weiteren Einfluss nicht ausgeübt.

6. Bei dem landw. Institut der Universität Leipzig bestehen:

ein agricultur-chemisches Laboratorium. Vorstand: Prof. Dr. W. Knop; 1 Assistent,

und auf einem zu diesem Zwecke von der Stadt Leipzig erpachteten umfangreichen Grundstücke:

eine landw. Versuchswirthschaft (1869), deren Vorstand Director Prof. Dr. Blomeyer; 1 Assistent, sowie

eine landwirthschaftlich-physiologische Versuchs-Station (errichtet 1871), unter Leitung des Prof. Dr. F. Stohmann, mit 2 Assistenten, ausgestattet mit einem chemischen Laboratorium und einem Respirationsapparat.

Der Aufwand im Jahre 1872 belief sich auf 2550 Thlr. für das agricultur-chemische Laboratorium, 3323 Thlr. für die landw. Versuchswirthschaft, 4410 Thlr. für die landw.-physiologische Anstalt.

Im Uebrigen widmet auch nach der Aufhebung der landw. Abtheilung der Akademie zu Tharand Hofrath Prof. Dr. Stöckhardt daselbst dem landw. Versuchswesen, soweit möglich, seine Thätigkeit und erhält hierzu aus der Casse des landw. Kreisvereins eine jährliche Beihülfe von 250 Thlr.

Hierbei ist im Allgemeinen zu bemerken, dass die landw. Kreisvereine, deren im Vorstehenden wiederholt Erwähnung geschieht, ihre pecuniären Hülfsmittel in der Hauptsache aus der Staatscasse beziehen.

Eine centrale Oberleitung für die Versuchs-Stationen besteht nicht.

Die Verwendungen für das landw. Versuchswesen in Sachsen bis 1873 stellten sich wie folgt heraus:

Es empfingen

	direct	indirect	Summa	aus sonstigen Quellen	Sa. Sa.	
Möckern 1852 bis 1873 (22 Jahre)	16287	7050	23337	13515	36852	Thlr.
Tharand (agr. chem. St.) 1852 bis 1873 (22 J.)	3700	450	4150	2250	6400	»
Chemnitz-Döbeln 1853 bis 1873 (21 Jahre)	18672	1000	19672	300	19972	»

Obige Einnahme-Ziffern specificiren sich folgendermassen:

Verwendungen für die

Jahr	Möckern			Tharand (agr. chem. Stat.)		
	direct aus der Casse des Minist. des Innern	indirect aus Staatsmitteln	aus sonstigen Beiträgen	direct aus der Casse des Minist. des Innern	indirect aus Staatsmitteln	aus sonstigen Staatsmitteln
1852	150	—	—	150	—	100
1853	350	—	782	350	—	100
1854	350	150	786	350	—	100
1855	500	—	—	350	—	100
1856	365	—	—	350	—	100
1857	400	—	—	400	—	100
1858	365	—	2295	350	—	100
1859	515	—	845	500	—	100
1860	500	300	986	650	—	100
1861	500	300	—	—	—	100
1862	500	300	—	—	—	100
1863	500	300	—	—	—	100
1864	500	300	806	—	—	100
1865	500	300	—	—	—	100
1866	500	300	—	—	—	100
1867	500	300	1086	—	—	100
1868	500	800	1125	—	—	100
1869	900	800	1236	—	—	100
1870	1312	900	1210	—	—	100
1871	1700	1000	786	250	150	150
1872	2480	500	786	—	150	100
1873	2400	500	786	—	150	100
Summa:	16287	7050	13515	3700	450	2250

b. Die bisherige Thätigkeit der Sächsischen Versuchs-Stationen.

Die Ziele und Aufgaben, welche den Sächsischen Versuchs-Stationen gestellt waren, sind in umfassender Weise ausgespro-

	direct	indirect	Summa	aus sonstigen Quellen	Sa. Sa.
Weidlitz-Pommritz 1857 bis 1873 (17 Jahre)	7700	3444	11144	11050	22194 Thlr.
Dresden 1862 bis 1873 (12 Jahre)	11190	—	11190	—	11190 »
Tharand (physiol. St.) 1869—73 (5 Jahre)	—	1500	1500	2575	4075 »
Summa:	57549	13444	71093	29690	100783 Thlr.

Versuchs - Stationen:

Chemnitz (bis 1862) Döbeln			Weidlitz (bis 1864) Pommritz			Dresden	Tharand (physiol. St.)	
direct aus der Casse des Minist. des Innern	indirect aus Staatsmitteln	aus sonstigen Beiträgen	direct aus den Staatsmitteln	indirect aus Staatsmitteln	aus sonstigen Beiträgen	aus der Casse des Minist. des Innern	indirect aus Staatsmitteln	aus dem Separatfonds des Kreisvereins
—	—	—	—	—	—	—	—	—
1047	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—
350	200	—	—	—	—	—	—	—
350	150	—	—	—	—	—	—	—
400	150	—	400	1819	1100	—	—	—
350	150	—	400					
617	150	—	400	—	1100	—	—	—
450	200	—	400	—	1100	—	—	—
550	—	—	400	—	1100	—	—	—
1150	—	—	400	—	—	1040	—	—
1000	—	—	400	—	—	300	—	—
1120	—	—	400	—	—	890	—	—
1000	—	—	400	—	—	890	—	—
1150	—	—	400	—	—	890	—	—
1200	—	50	400	—	—	990	—	—
1200	—	50	400	—	—	990	—	—
1100	—	50	400	225	—	1090	300	1375
643	—	50	600	350	—	990	300	300
530	—	50	600	350	2150	1140	300	300
3765	—	50	700	350	2300	990	300	300
700	—	—	600	350	2200	990	300	300
18672	1000	300	7700	3444	11050	11190	1500	2575

chen durch die 1857 aufgestellten

»Grundzüge für die Thätigkeit der naturwissenschaftlichen Abtheilungen der landw. Versuchs-Stationen im Königreich Sachsen.«

Es erscheint angebracht, diese »Grundzüge«, als ein werthvolles historisches Document, sowie gewissermassen als Anhalt zur Beurtheilung dessen, was die Versuchs-Stationen seither angestrebt und erreicht haben, dem Gedächtniss zu erhalten. Sie sind das Ergebniss der desfalls zwischen dem Regierungs-Commissar (Geh. R. R. Dr. Reuning) und den Vorständen der damals bestehenden Versuchs-Stationen Möckern, Tharand, Chemnitz und Weidlitz gepflogenen Verhandlungen und bezweckten, die Versuchs-Stationen in eine nähere Verbindung unter sich zu bringen, auch für die künftige Thätigkeit der naturwissenschaftlichen Abtheilungen derselben gewisse allgemeine leitende Grundsätze aufzustellen. Ihr Wortlaut ist[1]:

Allgemeine Bestimmungen.

1. — Aufgabe der landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen ist, die in Beziehung auf den Betrieb des Ackerbaues und der mit solchem in Verbindung stehenden Gewerbe massgebenden Gesetze der Natur zu erforschen und deren nutzbare Anwendung festzustellen. Die Verfolgung dieses Zweckes erfordert, dass das zu erstrebende Ziel so weit als möglich festgestellt werde, dass der Naturkundige dieses mit aller Kraft verfolge, dass derselbe namentlich nicht durch mit diesem ausser Verbindung stehende, unwesentliche Untersuchungen hiervon abgezogen werde.

Hiernach kann derselbe Arbeiten im Interesse einzelner Privaten nur ausführen, insoweit dieselben entweder nach einem bestimmten Tarife oder durch jährliche Beiträge honorirt werden, und als die hieraus fliessenden, in die Kasse der Versuchs-Stationen zu ziehenden Einnahmen eine ausreichende Entschädigung für die Aufwendung besonderer Hilfskräfte gewähren.

Die näheren Bestimmungen hierüber sind den Curatorien überlassen.

2. — Die Vorstände der Curatorien und der naturwissenschaftlichen Abtheilungen der Versuchs-Stationen werden alljährlich einmal mit dem Regierungs-Commissar zusammentreten, um über die gemeinsamen Interessen der Anstalten, deren Fortbildung und die von solchen zu verfolgende allgemeine Richtung zu berathen.

3. — Auf Grund dieser Verhandlungen werden die Versuchspläne für die einzelnen Versuchs-Stationen durch die Curatorien in Ueber-

[1]) Erschienen als Beilage zum »Amts- und Anzeigeblatt für die landw. Vereine des Königreichs Sachsen 1857. No. 12.

einstimmung mit dem Regierungs-Commissar für das nächste Jahr festgestellt.

4. Die verschiedenen Versuchs-Stationen werden sich, so weit dieses ausführbar ist, in die Arbeiten theilen, und hierüber gelegentlich der jährlichen Zusammenkünfte Vereinbarung treffen.

5. Jede Versuchs-Station wird am Ende des Jahres über ihre Thätigkeit einen Bericht an das Ministerium des Innern erstatten; über die Veröffentlichung behält sich dasselbe Bestimmungen zu treffen vor.

Die für die sofortige praktische Anwendung geeigneten Ergebnisse sind durch das Organ der landwirthschaftlichen Vereine des Königreiches zu deren Kenntniss zu bringen.

6. Die Reihenfolge, in welcher die nachstehend in ihren allgemeinen Umrissen angedeuteten Untersuchungen und Versuche ausgeführt werden sollen, wird bei den jährlichen Zusammenkünften bestimmt. Es sollen dieselben keineswegs die gesammte Kraft des Naturkundigen in Anspruch nehmen, ihn namentlich nicht von der Verfolgung einzelner durch diese Untersuchungen sich darbietender Richtungen abziehen.

Anzustellende Versuche und Untersuchungen.

7. Es sind dieselben:
   I. allgemein vorbereitend wissenschaftliche,
   II. auf den Anbau der Culturpflanzen,
   III. auf die Verwendung der Erzeugnisse des Bodens sich beziehende,
   IV. landwirthschaftich polizeiliche.

Erste Abtheilung.

Allgemein vorbereitend wissenschaftliche Versuche und Untersuchungen.

Der Boden.

8. Die Untersuchungen des Bodens erstrecken sich: 1) auf die chemische, 2) auf die physische, 3) auf die mechanische Beschaffenheit desselben.

Die chemische Beschaffenheit.

9. Hierbei kommt in Betracht die Erlangung der Kenntniss
   1) eines einfachen zuverlässigen Verfahrens zur Analysirung des Bodens;

2) der charakteristischen Bestandtheile der verschiedenen Gesteine;
3) des Processes der Verwitterung, der Beförderung desselben durch die Cultur;
4) der im Boden entstehenden chemischen Verbindungen: a. in Folge der Bearbeitung, b. in Folge der Ruhe, namentlich der mehrjährigen Berasung, c. in Folge des Anbaues verschiedener Culturpflanzen;
5) des Humus, der verschiedenen Arten, des Einflusses desselben;
6) der nachtheilig wirkenden Bestandtheile und Einflüsse, deren Entfernung.

Die physische Beschaffenheit.

10. Es ist zu ermitteln:
1) das Gewicht des Bodens in seinen verschiedenen Arten: a. das specifische, b. in trocknem, feuchtem Zustande;
2) die Cohäsion desselben mit Rücksicht auf: a. das Verhalten zur Feuchtigkeit, Aufnahme, Festhalten, Verdunsten von Regen, Thau, stockende Nässe: b. die Bearbeitung, den Widerstand gegen dieselbe, die Beackerung in trocknem, feuchtem Zustand;
3) die Einwirkung der Bestandtheile der Atmosphäre auf denselben;
4) dessen Verhalten zur Wärme, Aufnahme, Abgeben derselben.

Die mechanische Beschaffenheit.

11. Es ist festzustellen der Einfluss
1) der Bearbeitung und Cultur des Bodens, und zwar: a. der Art derselben bei verschiedenen Bodenmischungen, b. der Tiefe der Beackerung;
2) der mehrjährigen Ruhe;
3) der Art der Culturpflanzen;
4) der Wurzeln auf die mechanische Beschaffenheit, und die Rückwirkung desselben auf die Vegetation.

12. Das Wasser.

Es sind zu untersuchen:
1) das fallende Wasser (der Schnee): a. dessen Menge, b. dessen Bestandtheile in verschiedenen Jahreszeiten, bei Gewittern;
2) der Thau: a. dessen Menge, b. dessen Bestandtheile;
3) das fliessende Wasser, der Grund und die Bedingungen des Einflusses desselben auf die Vegetation;

4) das stockende Wasser: a. der Einfluss desselben auf die Beschaffenheit des Bodens, auf die Vegetation, b. die Folgen der Entwässerung, die Bestandtheile des Drain-Wassers;
5) das Quell-Wasser, der Einfluss der Mineral-Bestandtheile desselben auf die Vegetation;
6) die Abführung von organischen und anorganischen Bestandtheilen des Bodens durch das Regenwasser.

13. Die Atmosphäre.

Gegenstände der Untersuchung bilden der Einfluss und die Bestandtheile der Atmosphäre

1) auf die Beschaffenheit des Bodens,
2) auf die Pflanzen: a. die Assimilation der Bestandtheile derselben durch die verschiedenen Organe der Pflanzen, die Wurzeln, die Blätter; b. die Art der Assimilation bei verschiedenen Cultur-Pflanzenarten durch Vermittelung von Regen und Thau oder ohne solche.

14. Die Wärme.

Es ist in den Kreis der Untersuchungen zu ziehen:

1) die Feststellung der Wärme in den verschiedenen Jahreszeiten, der Durchschnitt derselben;
2) deren Bedarfs-Mass für die Cultur-Pflanzenarten;
3) der Einfluss derselben auf die Verwitterung und Verwesung, auf die Vegetation in verschiedenen Zeiten, Auflaufen der Unkräuter;
4) der Ersatz der natürlichen Wärme durch künstliche.

15. Die Producte des Bodens.

Es erstrecken sich die Forschungen auf

1) die Verbesserung der analytischen Untersuchungsmethoden zur Bestimmung und Scheidung der Bestandtheile der Pflanzen;
2) die Natur der Pflanzen;
3) die Bedingungen des Lebens derselben mit Rücksicht auf den Bedarf an Nahrungsmitteln aus den Bestandtheilen des Bodens und der Atmosphäre, sowie auf die Art der Aneignung derselben;
4) den Einfluss der verschiedenen Nahrungsmittel auf die Art der Entwicklung und die Vollkommenheit der Ausbildung der Pflanzen, im Ganzen und in ihren einzelnen Bestandtheilen;

5) den Samen, dessen Einfluss auf die Ausbildung der Pflanzen;
6) die Zusammensetzung der Culturpflanzen und Früchte, sowie der charakteristischen wild wachsenden Pflanzen in den verschiedenen Wachsthums-Perioden und den einzelnen Theilen;
7) die Zusammensetzung der Körner, insbesondere: a. in ihren zu verschiedenen Gebrauchs-Zwecken zu zerlegenden Theilen; b. in Beziehung auf deren Bestandtheile, je nach dem Grade der Ausbildung; c. in Beziehung auf deren Volum und Gewicht nach dem Grade der Ausbildung; d. in Beziehung auf die Veränderungen, welche sich durch Keimen, längere Aufbewahrung etc. ergeben; e. in Beziehung auf die Bestandtheile der Rückstände nach der Verwendung der Früchte zu technischen Zwecken.

Zweite Abtheilung.

Specielle Cultur-Versuche.

16. Die speciellen Cultur-Versuche haben den Zweck, zu den im §. 15. 1.—6. aufgeführten Beobachtungen und Untersuchungen das Material zu liefern, die Bedingungen der Vegetation der einzelnen Cultur-Pflanzen an diesen selbst zu ergründen.

Es sind dieselben anzustellen

1) in an sich ertraglosem, nöthigenfalls ertraglos gemachtem Sande aus der Tiefe des Bodens;
2) in Töpfen von Glas unter Dach, und in abgeschlossenem Kasten im Freien;
3) es sind diesem Sande beizumischen: a. die durch die Aschen-Analysen der Pflanzen ermittelten Mineralbestandtheile derselben in verschiedenen Mengen; b. die Bestandtheile der Atmosphäre, Kohlen- und Stickstoff-Verbindungen in verschiedenen Quantitäten;
4) gleichzeitig sind dieselben Versuche in grösseren Dimensionen auf dem gegebenen Boden der Versuchs-Station auszuführen.

17. Mit besonderer Rücksicht darauf, ob und in wie weit die nach der Erfahrung mit sich unverträglichen Pflanzen unter wiederholter Beimengung der für solche erforderlichen Nahrungsmittel auf demselben Boden mehrere Jahre hintereinander ihr Gedeihen finden, sind diese Versuche längere Zeit fortzusetzen.

18. Gleichzeitig sind die auf den verschiedenen Bodenarten, je nach dem Cultur- und Düngungs-Zustand wild wachsenden Pflan-

zen nach ihren Bestandtheilen zu untersuchen, um hieraus rückwärts auf die in dem Boden vorhandenen und ihm fehlenden Nahrungsmittel der Pflanzen Schlüsse zu ziehen.

19. In Verbindung mit diesen Versuchen stehen diejenigen, welche auf die Hindernisse der Cultur, namentlich die Krankheiten und die Feinde der Pflanzen Bezug haben.

Dritte Abtheilung.

Verwendung der Erzeugnisse des Bodens.

20. Diese erfolgt:
1) entweder und hauptsächlich für die Haltung der Hausthiere, oder
2) zu technischen Zwecken.

21. Bei der Verwendung der landwirthschaftlichen Erzeugnisse für die Hausthiere kommen in Betracht
1) der Nähreffect der Fütterungsmittel,
2) die Rückstände derselben und die Streumittel.

Fütterungs-Versuche.

22. Die Fütterungs-Versuche bezwecken
1) die Aufsuchung der Naturgesetze in Beziehung auf die Ernährung der Thiere bei den verschiedenen Gattungen und Haltungszwecken derselben;
2) die Feststellung der ökonomisch richtigen Fütterungsweise.

23. Es ist hierbei ins Auge zu fassen
1) die Natur der beiden Hauptgruppen der Nahrungsmittel: a. der Protein-Stoffe, b. der Kohlen-Hydrate, je nach der Verschiedenheit der in den einzelnen Arten derselben sich vorfindenden Stoffe und Verbindungen;
2) der Einfluss dieser Nahrungsmittel auf die Ernährung der Thiere bei den verschiedenen Haltungszwecken derselben und den verschiedenen Mischungen;
3) die Art der Verwendung derselben beziehentlich in grünem, trocknem Zustande, gekocht, gedämpft, gegohren, ganz, oder auf verschiedene Weise zerkleinert;
4) die Verdaulichkeit nach dem Alter und dem Nutzungszwecke der Thiere, nach der Menge, nach der Zusammensetzung und den Verbindungen in den Nahrungsmitteln;
5) der Einfluss von Mineralien auf die Ernährung, auf die Verdaulichkeit, die Bildung von Knochen und Muskeln, und zwar der Mineralstoffe als Bestandtheile der Nahrungsmittel und in für sich bestehenden Stoffen.

24. Die Fütterungs-Versuche erstrecken sich auf alle für die Landwirthschaft wichtigen Hausthiere und auf alle Nutzungszwecke bei der Haltung derselben.

25. Dieselben sind, so weit thunlich, mit Thieren gleicher Race, gleichen Geschlechts (bei blossen Fleisch-Productions-Versuchen, castrirten), gleichen lebenden Gewichts und gleicher seitheriger Haltung anzustellen.

26. Es sind solche, wo möglich, in Abtheilungen von je drei Thieren auszuführen.

27. Eine Fütterungsweise soll nicht unter 3 Wochen dauern, zwischen jeder eine Woche als Uebergangswoche ausser Berechnung gelassen werden.

28. Die Wägungen der Thiere finden einzeln zu einer bestimmten Stunde eines festzusetzenden Wochentages Statt.

29. Die Versuche beziehen sich

I. auf Rindvieh: 1) Aufzucht, 2) Milchnutzung, 3) Mastung, 4) Zugnutzung;

II. auf Schweine: 1) Aufzucht, 2) Mastung;

III. auf Schafe: 1) Aufzucht, 2) Wolle-Erzeugung, 3) Mastung;

IV. auf Pferde: 1) Aufzucht, 2) Kraftnutzung.

Rindvieh.

30. Aufzucht.

Zweck der Versuche ist, festzustellen, wie das Körpergerüst des Thieres mit Rücksicht auf die künftigen Nutzungszwecke möglichst vollständig rasch und mit dem geringsten Kostenaufwand ausgebildet werden kann. Erzeugung von Fleisch, so weit dieses nicht hiermit verbunden ist, Erzeugung von Fett liegt nicht in dem Zwecke des Versuchs.

Der Einfluss und die Dauer der Ernährung mit der Milch von der Kuh, der Nahrungswerth der abgenommenen Milch, der Molken, die Ersetzung derselben durch weniger werthvolle Futtermittel, die Ermittlung der hierfür am meisten geeigneten Körner oder Oelfrüchte, beziehentlich deren Rückstände, in der ersten Lebenszeit; die angemessenste Ernährung mit voluminösem Futter in Verbindung mit Körnern, der Uebergang von trockner zu grüner Fütterung, der richtige Zeitpunkt der Verabfolgung von Knollen, Wurzeln, der Abgänge von technischen Gewerben, der Einfluss der Mineralien auf die Körper-Ausbildung geben Anhaltspunkte für die Ausführung dieser Versuche.

31. Milchnutzung.

Die Versuche sollen feststellen, durch welche Nahrungsstoffe die Production der grössten Menge von Trocken-Substanz in der Milch,

hauptsächlich aber an Fett auf dem wenigst kostspieligen Wege zu erzielen ist, unter besonderer Berücksichtigung des Umstandes, bis zu welchem Grade es ökonomisch rathsam ist, bei einer Milchkuh die Fleischbildung zu befördern, und welche Nährstoffe zu reichen sind, wenn neben Milchgewinn Erzeugung von Fleisch und Fett beabsichtigt wird.

Um bei diesem Versuche das Verhältniss der Abnahme der Milchsecretion bei vorrückender Trächtigkeit zu constatiren, dient nach je zwei Futterwechsel-Perioden eine Wiederholung der ersten Fütterungsweise.

32. Mastung.

Feststellung massgebender Grundsätze für die Mastung ist Zweck des Versuchs. Unter Mastung im Sinne dieser Versuche ist aber die Umbildung von magerem in fettes Fleisch, Erzeugung von Fleisch und Fett auf einem Körper zu verstehen, dessen Wachsthum ganz oder wenigstens zum grössten Theil vollendet ist.

Hierbei ist die Aufmerksamkeit darauf zu richten

1) durch welche Zusammensetzung des Futters wird der Zweck der Mastung am vollständigsten erreicht, welche Verbindung ist am meisten geeignet Fleisch, welche Fett und zwar in dem Fleisch oder in Talg zu erzeugen?
2) Ist es bei mageren Thieren räthlich, durch die Mastfütterung sofort und gleichzeitig Fleisch- und Fettbildung zu erstreben, oder ist es richtiger, vorerst vorzugsweise auf Fleischbildung Rücksicht zu nehmen?
3) Bis zu welchem Grade ist in den verschiedenen Mastungsstadien eine Reichernährung ökonomisch zulässig?

33. Zugnutzung.

Die Versuche sollen feststellen, welche Futterbestandtheile hauptsächlich die Erzeugung von Kraft vermitteln, und wie solche auf dem billigsten Wege erzeugt wird. Bildung von Fleisch und Fett über den Zweck des Erzielens von Kraft hinaus ist, als unnützes Futter erfordernd zur Bildung und Erhaltung ausgeschlossen.

Die Grün- oder Trockenfütterung, die Art der Reichung des Kraftfutters, die Verwendung von Wurzelfrüchten, die gleichmässig kräftige Fütterung während des ganzen Jahres in Vergleich zu solcher nur kurz vor und bei angestrengter Arbeit, die Ermittlung der Frage, in welchem Verhältniss die Verwerthung des Futters stattfindet, je nachdem solches an eine grössere oder geringere Anzahl von Zugthieren verwendet wird, in welchem Verhältniss also die Arbeitsleistung zu der Menge des Kraft erzeugenden Futters steht, bilden Anhaltepunkte für die Ausführung dieser Versuche.

Schweine.

34. Aufzucht und Mastung.

Die Versuche nehmen eine verschiedene Richtung an, je nachdem die Aufzucht zum Zwecke der Fortpflanzung oder der Mastung erfolgt.

Im ersteren Fall ist der Zweck der Aufzucht mit demjenigen bei dem Rindvieh (§. 30.) gleich; im letzteren ist festzustellen, ob und in wie weit es räthlich erscheint, vorerst Ausbildung des Körpergerüstes als Hauptzweck, hiernach Bildung von Fleisch, und in der letzten Periode von Fett zu erzielen, oder ob und wie weit eine Reichernährung, welche alle diese Zwecke zugleich ins Auge fasst, von erster Zeit an angemessen erscheint.

Bei dem Schlachten ist der Erfolg der verschiedenen Ernährung in Beziehung auf Fleisch- und Fettbildung festzustellen.

35. Schafe.

Der doppelte Züchtungszweck des Schafes erfordert vorerst eine annähernde Feststellung, welche Futterbestandtheile die Wolle, und zwar diejenige des groben, des mittelfeinen und des feinen Schafes in Anspruch nimmt.

Es sind hiernach als Vorbereitung für die Fütterungs-Versuche diese Wollen von den ungewaschnen Vliessen in den verschiedenen Wachsthums-Perioden derselben zu untersuchen.

36. Aufzucht.

Zweck der Versuche ist die Feststellung der Ernährungs-Principien bei der Aufzucht des Schafes überhaupt, bei verschiedenwolligen Thieren insbesondere, des Bedarfs an Futter nach Quantität und Qualität je nach dem Grade der Feinheit und Dichtheit der Wolle, je nach dem vorliegenden Zweck der Fleisch- und Wolle-Production.

Es ist den Thieren dasjenige Futter zu reichen, welches dieselben mit Rücksicht auf ihre vollständig normale Entwicklung, je nach ihrem künftigen Nutzungszwecke bedürfen.

37. Wolle-Erzeugung.

Der Versuch soll, wie bereits bei der Aufzucht erwähnt, ermitteln, welches Verhältniss bezüglich des Futterbedarfs nach Art und Menge bei der Ernährung des Schafes je nach der Verschiedenheit der von solchem erzeugten Wolle besteht, wie das Futter nach den verschiedenen Züchtungszwecken in der Wolle sich verwerthet.

38. Mastung.

Der Bedarf an Futter bei der Mastung verschiedenwolliger

Thiere, in verschiedenen Altersperioden, der Einfluss des Umstandes, ob das Thier geschoren oder ungeschoren zur Mastung gelangt, die Verwerthung des Futters soll durch den Versuch in Zahlen gebracht werden.

39. Als Material zu diesen Versuchen dienen

1) das Merino-Schaf in verschiedenen Feinheitsgraden;
2) das mitteldeutsche Landschaf;
3) das Marschschaf von den Nordseeküsten;
4) das Southdowns-Schaf;
5) die Kreuzungen zwischen Southdowns-Merinos, Southdowns-Landschaf, Southdowns-Marschschaf.

Pferde.

40. Aufzucht.

Aufgabe des Versuchs ist Feststellung der den künftigen Nutzungszwecken des Pferdes am meisten entsprechenden ökonomisch richtigen Fütterungsweise, der Verwerthung des Futters bei den verschiedenen Aufzuchtsweisen.

41. Kraft-Nutzung.

Die Versuche sollen ermitteln, durch welches Futter die grösste Menge von Kraft auf wenigst fleisch- und fettreichem Körper zur dauernden Arbeitsleistung auf dem mindest kostspieligen Wege erzielt wird.

Fütterung mit verschiedenartigen Körnern, ganz oder geschroten, mit Körnern grösseren oder geringeren Gewichts, dauernde oder vorzugsweise bei stärkerer Arbeit reichliche Fütterung sind hierbei ins Auge zu fassen.

Die Rückstände der Fütterung und die Streumittel.

42. Gleichzeitig mit den Fütterungs-Versuchen ist festzustellen

1) die Aufnahmefähigkeit der Nährstoffe durch den thierischen Organismus, je nach der Art des Thieres, der Menge, der Art der Verabreichung und der Zusammensetzung derselben mittelst Untersuchung der festen und flüssigen Excremente;
2) der Werth der Streumittel in Beziehung auf Aufsaugung der flüssigen Theile der Excremente, und auf Erhaltung der gasartigen Bestandtheile derselben bei der Aufbewahrung; der Einfluss von die Gase bindenden mineralischen Zusätzen, Kalk, Gyps, die Folgen der Zersetzung.

Verwendung der Producte zu technischen Zwecken.

43. Es kommt dieselbe nur insoweit in Betracht, als solche mit dem Betriebe der Landwirthschaft in näherer Verbindung steht.

44. Das Mahl- und Back-Gewerbe.

Es ist der gesammte Process des Vermahlens und Verbackens auf wissenschaftliche Principien zurückzuführen.

Eine besondere Beachtung findet hierbei die Verwendung von ausgewachsenem zum Verbacken nicht geeigneten Getreide, die Entwicklung der Gründe, aus welchen dasselbe sich nicht verbackt, und der Zusätze, durch welche dieses zu erreichen ist, die Erforschung der Ursachen, aus welchen bei gewisser Dünger-Anwendung ausgebildete Körner sich weniger gut verbacken.

45. Die Butter- und Käse-Bereitung.

Auch hier sind leitende wissenschaftliche Grundsätze aufzusuchen. Hierher gehören:

1) die Ermittelung eines einfachen und zuverlässigen Verfahrens in Beziehung auf die Untersuchung der Milch nach ihren festen Bestandtheilen, insbesondere Butter- und Käsestoff;
2) die Feststellung der richtigen Verfahrensweise zur Ermittelung der Erlangung des grössten Butter- und Käsewerthes mit Rücksicht auf Quantität und Qualität;
3) die Untersuchung der Rückstände bei den verschiedenen Verfahrensarten der Butter- und Käsebereitung;
4) die Untersuchung der Milchfehler.

46. Ausser diesen Gewerben sind zu behandeln: 1) die Branntweinbrennerei, 2) die Bierbrauerei, 3) die Stärke-Bereitung, 4) die Syrup-Bereitung, 5) die Zucker-Fabrikation, 6) die Flachs-Bereitung, 7) die Fermentation des Tabaks, nach den in dieser Beziehung sich ergebenden Bedürfnissen mit besonderer Berücksichtigung des Werthes der Rückstände und Abgänge.

47. Eine besondere Aufgabe der Versuchs-Stationen bildet die Untersuchung der bei der Kalk- und Ziegel-Brennerei sich ergebenden Bedürfnisse und Uebelstände.

Vierte Abtheilung.

Landwirthschaftlich polizeiliche Untersuchungen.

48. Die Versuchs-Stationen haben die Aufgabe, durch Untersuchung der in den Handel gelangenden Dünge- und Futtermittel den Betrügereien gegen das landwirthschaftliche Publicum entgegen

zu treten. Zu diesem Zwecke werden dieselben, von Zeit zu Zeit wiederkehrend, zuverlässige Proben von Düngemitteln, namentlich von Knochenmehl und Guano, von Futtermitteln, insbesondere von Raps- und Leinmehl, Kleien etc. sich verschaffen, und das Resultat der Untersuchungen unter Nennung der Namen der Verkäufer oder Händler veröffentlichen.

49. Die Grundzüge sollen, sobald sich ein Bedürfniss hierzu zeigt, einer Revision unterworfen werden.

Schluss.

50. Eine Vereinbarung der landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen Deutschlands über allgemeine Grundzüge für dieselben hat die Aenderungen an obigen Bestimmungen zur Folge, welche sich hieraus als nothwendig ergeben.

Das in den vorstehenden »Grundzügen« entwickelte allgemeine und weitschauende Programm, welches nachmals auch von anderen Deutschen Versuchs-Stationen adoptirt worden, erlangte die Genehmigung des Königl. Sächs. Ministeriums des Innern mittelst folgender, vom 23. October 1857 datirten Verfügung:

»Wenn gleich das Ministerium des Innern fortdauernd der Ansicht ist, dass die Aufstellung der Pläne für die Thätigkeit der Versuchs-Stationen den bei Ausführung der Versuche betheiligten landwirthschaftlichen und naturwissenschaftlichen Capacitäten mit thunlichster Freiheit zu überlassen und nur durch Verständigung unter Leitung eines Regierungscommissars eine zweckmässige Vertheilung der Arbeiten und die zur Vergleichbarkeit nöthige Uebereinstimmung der Methoden zu erzielen sei, so trägt es doch kein Bedenken, die vorgelegten Grundzüge zu billigen und deren Veröffentlichung zu gestatten, da sie in der Hauptsache nur ein ziemlich vollständiges Verzeichniss der möglichen Aufgaben enthalten und rücksichtlich der Art der Ausführung sich auf einige wenige Bestimmungen beschränken. Rücksichtlich dieser letzteren, welche sich vielleicht in der Praxis hier und da nicht bewähren und Abweichungen nöthig machen können, will man daher ausdrücklich erklären, dass man der »Billigung der Grundzüge« in keiner Weise den Charakter einer dergestalt bindenden Verordnung beigelegt wissen

will, dass nicht im Einzelnen auf Grund der gemachten Erfahrungen davon abgewichen werden könnte. Was die Arbeitstheilung unter den Stationen anlangt, so dürfte vielleicht hervorzuheben sein, dass eine solche nur in Bezug auf die speciellen Cultur- und Fütterungsversuche möglich und zulässig ist, während die in der ersten Abtheilung aufgeführten Beobachtungen und Untersuchungen allgemeiner Art eine laufende Aufgabe aller Stationen bilden müssen.«

Wiefern die Sächsischen Versuchs-Stationen — und wahrlich nicht sie allein! — der ihnen gestellten Aufgabe nachgekommen sind; wie sich die Aufgabe selbst seitdem auseinander gefaltet und vertieft und vielfache zweckmässige Theilung der Arbeit herbeigeführt hat: darüber giebt die vorliegende Literatur dem Urtheilsberechtigten genügenden Aufschluss.

Neuerdings sind zwei beachtenswerthe Urtheile in dieser Beziehung verlautbart, die wir um so weniger dem Leser dieser Blätter vorenthalten dürfen, da sie von Männern ausgehen, deren Namen mit der Urgeschichte und Entwicklung des landwirthschaftlichen Versuchswesens unvergänglich verknüpft ist: Theodor Reuning und Adolf Stöckhardt.

In einer anlässlich der Reorganisations-Verhandlungen des Landesculturraths über die Sächsischen Versuchs-Stationen an Letzteren gerichteten Zuschrift »über die Mittel und Wege zur weiteren Förderung der Sächsischen Landwirthschaft« hat Herr Geh. Reg.-Rath Dr. Reuning in Dresden von der Thätigkeit der Sächsischen Versuchs-Stationen folgendermassen geurtheilt.

»Gegründet zu einer Zeit, wo man nach deren Auffassung eine Weiterbildung der Naturwissenschaften in der wünschenswerthen Ausdehnung von den landw. Bildungsanstalten nicht erwarten konnte, sind dieselben bis heute (1873) ihrer hauptsächlichen ursprünglichen Bestimmung treu geblieben, welche darin bestand, auf der einen Seite die zweckmässigste Anwendung der aufgestellten Naturgesetze zu erproben und solche in das praktische Leben überzuführen, auf der anderen aber die weiteren Forschungen auf diesem Gebiete mit den Hülfsmitteln fortzusetzen, welche diese erheischen; sie dienen also der Fortbildung der Wissenschaft und der Ueber-

tragung derselben auf das praktische Leben; sie waren und sind ein dringendes Bedürfniss, haben als ein solches sich erwiesen, denn so fest auch Gesetze stehen mögen, so verschieden kann sich die Anwendung gestalten, und diese nur aus der Erfahrung hervorgehen, welche dann als massgebend für solche erscheint.

Was die Versuchs-Stationen für die Ueberführung der Wissenschaft in das praktische Leben geleistet haben, das hervorzuheben ist hier nicht der Ort; man findet einen Massstab hierfür, wenn man die Anschauungen der gesammten Landwirthe über wissenschaftliche Fragen, wie solche in den beiden letzten Jahrzehnten sich geändert haben, vergleicht, wenn man sich vorstellt, wie ein wissenschaftlicher Vortrag über die Wirksamkeit der Phosphorsäure, des Kalis, über das Verhältniss stickstoffhaltiger zu stickstofffreien Futtermitteln, dem man jetzt mit dem grössten Interesse folgt, vor 25 Jahren aufgenommen worden sein würde. Das ist zum grössten Theil das Verdienst der Versuchs-Stationen.

Nicht minder wichtig ist, dass dieselben Lehrer für den landwirthschaftlichen Unterricht, wie solcher bereits theilweise sich gestaltet hat und für die Zukunft nothwendig sich gestalten muss, ausgebildet haben, und in weiterer Ausbildung begriffen sind. Das sichert die Zukunft der Landwirthschaft.

Die Richtung, welche die Versuchs-Stationen in der näheren oder späteren Zeit verfolgen sollen, vorschreiben zu wollen, würde ein vergebliches doctrinäres Bemühen sein, ein gesichertes Fortschreiten auf dem betretenen Wege ist nicht allein von den Erfolgen der Sächsischen, sondern aller Versuchs-Stationen abhängig; es wird jedes Jahr die Bedürfnisse bezeichnen, welche als die dringendsten vorliegen.«

Herr Hofrath Dr. Stöckhardt, als Referent über die Reorganisations-Frage im Landesculturrath, spricht sich über die Leistungen der seit längerer Zeit thätigen Sächs. Versuchs-Stationen »auf Grund eines genauen Studiums der Stationsberichte und sonstigen Veröffentlichungen wie eigener Wahrnehmungen« aus, wie folgt:

»An diesen (von den »Grundzügen« bezeichneten) Aufgaben hat sich im Laufe der Zeit nichts Wesentliches geändert, nur dass die auf die Fortbildung der Wissenschaft selbst gerichteten von Jahr zu Jahr mehr in den Vordergrund getreten sind und zu einer quantitativen Beschränkung der Versuchsthätigkeit der einzelnen Stationen, zu einer prononcirten Theilung der Arbeit geführt haben. Beschäftigten die aus dem praktischen Bedürfniss herausgewachsenen Stationen im ersten Stadium ihrer Entwicklung sich vorherrschend und naturgemäss mit denjenigen Fragen aus allen Theilen des landwirthschaftlichen Gebiets, welche die Praxis als brennende erkannt hatte, mit Boden-, Dünger- und Futteruntersuchungen und einfachen Düngungs- und Fütterungsversuchen mit obligaten Analysen, wie mit der Verbreitung der bekannten agriculturchemischen Grundlehren, so fühlten die praktischen Agriculturchemiker doch bald, dass sie neue wissenschaftliche Werthe ausmünzen müssten, sollten sie zahlungsfähig bleiben und den neuern Fragen neue Antworten entgegensetzen können. So traten die wissenschaftlichen Versuche nach praktischer Methode im zweiten Entwicklungsstadium der Versuchs-Stationen ins Leben, durch welche viele Probleme der Wissenschaft gelöst und der Praxis viele für ihren Betrieb vortheilhafte Anwendungen erschlossen wurden. Obwohl nun diese Methode der vergleichenden wissenschaftlichen Versuche noch weiteres Licht und weitere Früchte zu spenden verheisst und daher eifrig fortzusetzen ist, so konnte sich doch im weiteren Verfolg derselben der agriculturchemische Forscher der Ueberzeugung nicht verschliessen, dass zur endgültigen Erforschung der Gesetze des Lebens und der Ernährung der landw. Pflanzen und Thiere noch exactere, feinere und schärfere Untersuchungsmethoden erforderlich sind, als sie das Versuchsfeld und der Versuchsstall auszuführen gestattet, dieselben, welche der wissenschaftliche Physiolog und wissenschaftliche Chemiker der Universität für seine Forschungen zur Anwendung bringt. Die Versuche mit Thieren im Respirationsapparat und die Erziehung der Pflanzen in wässerigen Nährstofflösungen charakterisiren dieses dritte Entwicklungsstadium,

das streng genommen nur graduell von dem zweiten verschieden ist, und als das Stadium wissenschaftlicher Versuche nach wissenschaftlicher Methode bezeichnet werden könnte. In Folge dieser letzteren liefert die gleiche chemische oder physiologische Arbeit hier Resultate von grösserer Tragweite, als die erstbemerkte Methode.«

Das Resumé des Herrn Referenten über die Versuchs-Stationen lautet:

»Dass dieselben eben so eifrig und anhaltend als erfolgreich bemüht gewesen sind, der landwirthschaftlichen Praxis nicht nur unmittelbar durch Rathertheilung, Analysen, Vorträge und praktische Versuchsresultate helfend und anregend zur Seite zu stehen, sondern auch nach Massgabe der ihnen zur Verfügung gestellten Mittel durch Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten und Versuche mit landwirthschaftlicher Tendenz ihr Fortschreiten mittelbar zu fördern, resp. in sichere Aussicht zu stellen, insofern sie ihr streng wissenschaftliches Forschen auf landwirthschaftlich wichtige Forschungsobjecte richten, und sonach hievon Resultate zu erwarten sind, welche, indem sie die wissenschaftliche Einsicht klären und erweitern, gleichzeitig nicht ohne wohlthätige Rückwirkung auf die landwirthschaftliche Praxis bleiben können. Dem ist noch beizufügen, dass zu dem Fortbetriebe und zu der durch die Fortschritte der Wissenschaft gebotenen wissenschaftlichen Fortentwicklung dieser Thätigkeit eine Abänderung oder Umgestaltung der inneren Organisation der Sächsischen Versuchs-Stationen nicht erforderlich erscheint.«

c. Die künftige Gestaltung des Sächsischen Versuchswesens.

In Folge des Umstands, dass die Mittel und aufgesammelten Ersparnisse früherer Jahre, aus denen der landwirthschaftliche Kreisverein zu Dresden sechs Jahre lang (1869 bis 1874) die physiologische Versuchs- und Samencontrol-Station zu Tharand unterhalten, nunmehr soweit aufgebraucht waren, dass der Kreisverein sich ausser Stande sah, diese Anstalt aus eigenen Mitteln weiter zu erhalten, »die Forterhal-

tung aber im Hinblick auf die an der Station in Angriff genommenen Aufgaben sowohl für die Landwirthschaft im Besonderen, wie für die Wissenschaft im Allgemeinen und auf die hervorragenden Arbeiten, welche von derselben bereits zu Tage gefördert worden sind und noch zu erwarten stehen, als dringend wünschenswerth zu betrachten sei«, hat der Kreisverein an den LCR. eine Eingabe gerichtet, dahin gehend[1])

»derselbe wolle bei hoher Staatsregierung die Uebernahme der — bis daher von dem Dresdener Kreisverein unterhaltenen — pflanzenphysiologischen Versuchs-Station zu Tharand von Seiten derselben und ihre Erhaltung aus Staatsmitteln befürworten.

Von dem Präsidium des Landesculturraths ist diese Eingabe der 4. Section zur Vorberathung und Begutachtung mit dem Bemerken zugefertigt worden, dass, da ein etwaiger Antrag des Landesculturrathes im Sinne dieser Eingabe von Seiten der hohen Staatsregierung voraussichtlich nur dann in nähere Erwägung gezogen werden könnte, wenn sich die Erörterungen des Landesculturrathes nicht auf diese Versuchs-Station allein erstrecken, sondern alle anderen landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen, einschliesslich jener an der königlichen Thierarzneischule in Dresden, umfassen würden, und das hohe Ministerium, dem Vernehmen nach, eine Kundgebung der Ansichten des Landesculturrathes über die Organisirung der landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen überhaupt gewärtige, der Section anheim zu geben sei,

»ihre Aufgabe bei Berathung der in Rede stehenden Eingabe entsprechend weiter zu fassen und zu den Sitzungen auch das ausserordentliche Mitglied Herrn Medicinalrath Dr. Haubner hinzuzuziehen.«

Die beiden Referenten Stöckhardt und v. Watzdorf hatten sich in die Aufgabe, welche von der Section im weitern Sinne aufgefasst wurde, derart getheilt, dass der Erstere »über die Entstehung und den bisherigen Entwicklungsgang der

---

[1]) Vgl. Sächs. landw. Zeitschrift 1874. No. 9.

Sächsischen Versuchs-Stationen, die Art und den Umfang ihrer Thätigkeit und die zu weiterer Fortbildung von ihnen zu verfolgenden Ziele«, der Zweite »über die zur Erhaltung der festgesetzten Thätigkeitsrichtung zu bestellenden Garantien und die zur Fortbildung und Vervollständigung dieser Forschungswerkstätten zu beschaffenden Mittel« dem Collegium vortragen und die von der Section gefassten Beschlüsse als Anträge einbringen sollte. Die sehr ausführlichen beiderseitigen Referate, 20 Druckseiten umfassend, sollten die Grundlage der Berathung bilden.

Correferent hatte folgende Anträge eingebracht:

1. »Das hohe Ministerium wolle auch fernerhin die landwirthschaftlichen Verrsuchs-Stationen als ein dringendes Bedürfniss zur Fortbildung der Landwirthschaft erachten, insbesondere aber diejenigen landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen als das Interesse der Landwirthschaft direct fördernd ansehen, beziehentlich aus den für Zwecke der Landwirthschaft bestimmten Fonds unterstützen, deren Organisation die Garantien biete, dass ihre wissenschaftlichen Arbeiten und Forschungen eine den Betrieb der Landwirthschaft fördernde Richtung nehmen, an die Bewilligung jedoch die Bedingung knüpfen, dass sie den wissenschaftlich-praktischen Zwecken dienen.«
2. »Das Gesuch des landwirthschaftlichen Kreisvereins zu Dresden, die Uebernahme und Erhaltung der Versuchs-Station Tharand aus Staatsmitteln betreffend, unter Voraussetzung, dass auch auf diese Versuchs-Station die im Bericht enthaltenen Grundsätze zur Anwendung kommen, der hohen Staatsregierung zur Berücksichtigung zu empfehlen.«

Der Vorsitzende der 4. Section, v. Oehlschlägel, anerkannte diese Anträge nicht als mit den Sectionsbeschlüssen übereinstimmend und hatte deshalb statt 2, folgenden motivirten Antrag eingebracht:

»der LCR. wolle sich gegen das Königliche Ministerium des Innern gutachtlich dahin äussern:

Hochdasselbe wolle den Weiterbetrieb der pflanzenphysiologischen Versuchs-Station zu Tharand und zur Zeit auch der damit verbundenen Samencontrolstation durch thunlichste Unterstüzung aus Staatsmitteln ermöglichen.«

Da auch die andern Mitglieder der Section sich mit den Anträgen des Correferenten nicht einverstanden erklären konnten, trat dieselbe unmittelbar vor der Sitzung zu nochmaliger Berathung zusammen und brachte nunmehr nachstehende abgeänderte Anträge ein:

Der LCR. wolle, indem er die innere Organisation und die seitherigen Leistungen der landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen als befriedigend bezeichnet, erklären, dass es dringend zu wünschen ist, dass der zeitgemässe weitere Ausbau der Versuchs-Stationen und deren fernere Wirksamkeit durch entsprechende Massnahmen sicher gestellt werde, und demgemäss an die Königl. Staatsregierung das Ansuchen stellen, sie wolle die landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen als ein dringendes Bedürfniss zur Fortbildung der Landwirthschaft erachten, und deshalb

a) die Stationen zu Pommritz, Möckern und Tharand aus den für Zwecke der Landwirthschaft bestimmten Fonds unterstützen und sowie bisher durch ein Curatorium und einen königlichen Commissar pflegen und überwachen lassen,

b) dagegen die Erhaltung der Stationen an der königlichen Thierarzneischule zu Dresden und an der Realschule zu Döbeln den genannten Unterrichtsanstalten anheim geben;

c) zwei von den Sächsischen Versuchs-Stationen mit allen wissenschaftlichen Hülfsmitteln auf das vollständigste ausrüsten lassen, und zwar eine für die Forschungen auf dem Gebiete der Thierernährung, die andere für auf die Pflanzenernährung gerichtete Forschungen;

d) die Stellung und Zukunft der Stationsvorstände möglichst sicher stellen, um sich bewährte Kräfte auf die Dauer zu erhalten;

e) eine angemessene Verbindung der Curatorien der landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen unter der Centralleitung der Königl. Staatsregierung herstellen;

f) der mit der Versuchs-Station Tharand verbundenen Samencontrole so lange eine transitorische Unterstützung gewähren, bis sie sich durch Beiträge der Interessenten selbst zu erhalten vermag.

Nachdem Referent diese Anträge motivirt und v. Oehlschlägel, der Generalsecretair v. Langsdorff und Judeich ihre von dem Correferat abweichenden Ansichten dargethan, Letzterer sich insbesondere gegen die darin enthaltene unrichtige Darlegung seiner betreffs der Versuchs-Stationen zu Tharand und an der Thierarzneischule gemachten Aeusserungen ausdrücklich verwahrt hat, ergreift

der Regierungs-Commissar, Geh. Regierungsrath Schmaltz, das Wort, um darzuthun, dass die Staatsregierung für die landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen ein sehr lebhaftes Interesse hege und stets geneigt sein werde, dafern dies nöthig werden sollte, mit noch kräftigerer Unterstützung einzutreten. Es werde der Regierung erwünscht sein, wenn die Frage von dem Collegium auf das Eingehendste erörtert werden wollte.

Referent weist einen im Correferat gegen die Königl. Staatsregierung enthaltenen Vorwurf der Inconsequenz bei der Wahl der Mittel zur Unterhaltung der Versuchs-Stationen zurück, insofern es den Anschein gewinnen könnte, als ob durch denselben der Ansicht der Section Ausdruck gegeben worden sei; es sei die betreffende Stelle lediglich als persönliche Ansicht des Correferenten zu betrachten.

Leutritz spricht sich in eingehender Weise über den grossen Nutzen der Versuchs-Stationen und insbesondere auch der pflanzenphysiologischen Versuchs-Stationen aus.

Nach Schluss der sehr lebhaften Generaldebatte wird die Specialdebatte über die Einzel-Anträge der Section eröffnet.

Sämmtliche Anträge werden ohne Discussion bei getrennter Abstimmung einstimmig angenommen.

Wir werden nicht ermangeln, die weitere Entwicklung dieser Angelegenheit unseren Lesern zu notificiren.

---

* Versuchswesen in Oesterreich betreffend.

Nach dem a. h. sanctionirten Finanzgesetz f. 1875 ist in das Budget des K. K. Ackerbau-Ministeriums für das land- und forstliche Versuchswesen folgende Summe aufgenommen:

	ordentl.	ausserordentl.	Summa
Ausgabe	122800	18600	141400 Mark
Einnahme	12200	—	12200 »

Versammlung der Vorstände der Samencontrol-Stationen.

Von vielen Seiten dazu aufgefordert, eine Zusammenkunft der Leiter der Samencontrol-Stationen, behufs Vereinbarung eines einheitlichen Control-Verfahrens, zu berufen, erachtet der Unterzeichnete die Versammlung der Deutschen Agriculturchemiker, Physiologen und Vorstände von Versuchs-Stationen, welche letzteren, wie bekannt, in diesem Jahre mit den Naturforschern und Aerzten zu Graz tagen werden, als die passendste Gelegenheit, jener Absicht (in besonderer Sitzung) gerecht zu werden.

Indem sonach sämmtliche Herren Vorstände der erwähnten Control-Anstalten, sowie sonst an dem Gegenstande Interessirte hierdurch zur Theilnahme an jener Sitzung ergebenst eingeladen werden, bittet man zugleich, vorbehaltlich näherer Bekanntmachungen, etwaige Wünsche, Anträge oder Vorschläge zu den Berathungsgegenständen

bis zum 20. Juni d. J.

an den Unterzeichneten gefl. gelangen lassen zu wollen.

Tharand, 24. Mai 1875.

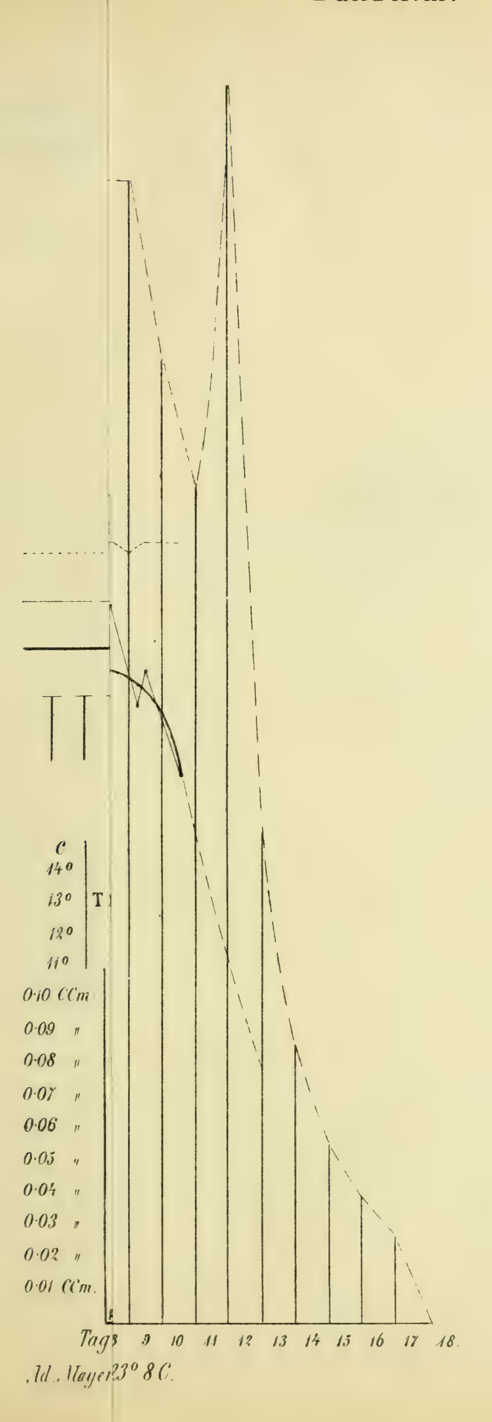
Prof. Dr. **Friedrich Nobbe.**

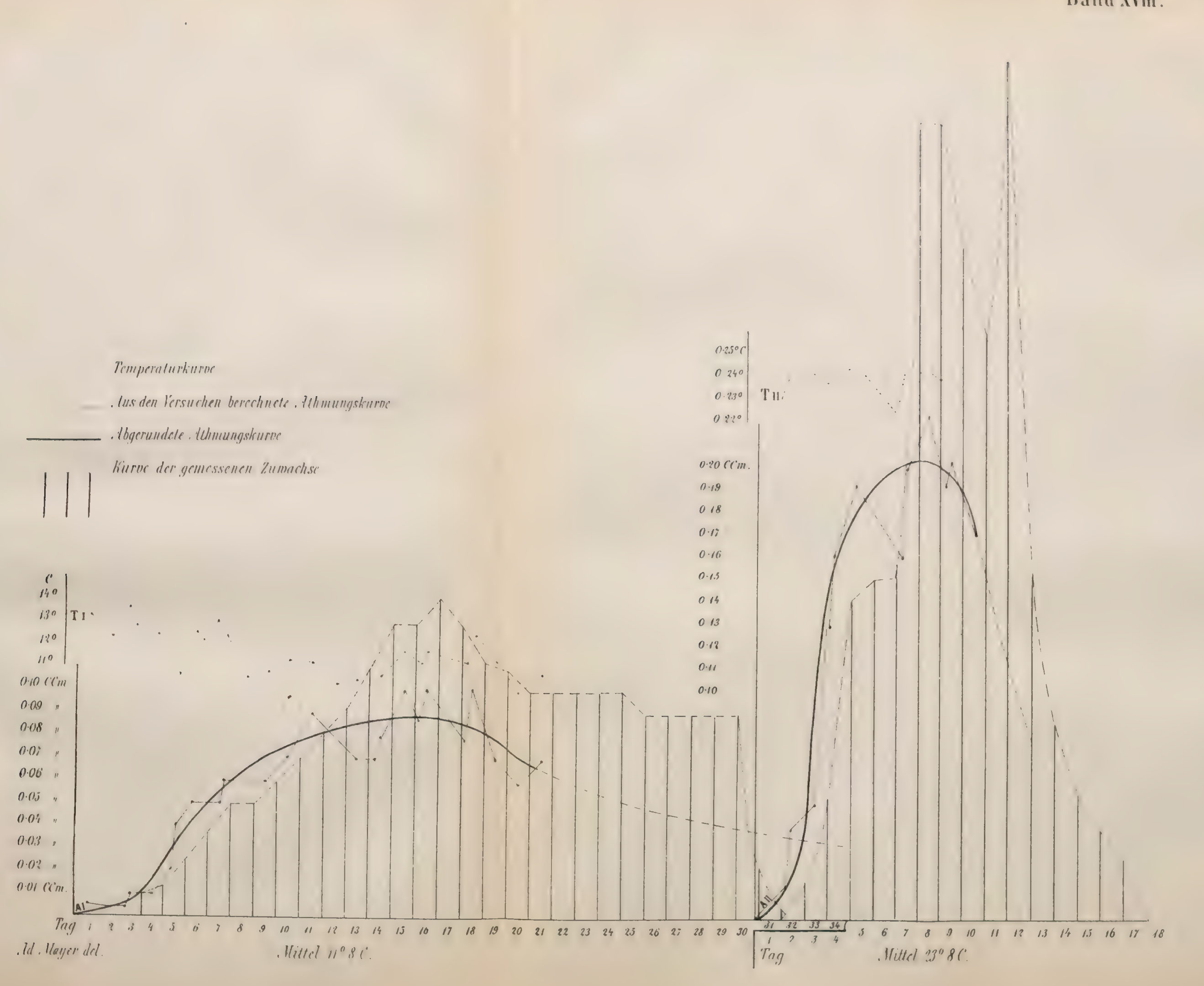
Personalnotizen.

Herr Dr. R. Heinrich, bisher Vorstand der landw. Versuchs-Station Bromberg, ist als ausserordentlicher Professor der Agriculturchemie und Dirigent der agriculturchemischen Versuchs-Station zu Rostock berufen worden.

Die Direction der Versuchs- und Control-Station Bromberg hat Herr C. O. F. Bochmann, zugleich Generalsecretär des landw. Centralvereins für den Netze-District, übernommen.

Tafel I. ad Landw. Versuchs-Stationen, Band XVIII.




Temperaturkurve
Aus den Versuchen berechnete Athmungskurve
Abgerundete Athmungskurve
Kurve der gemessenen Zuwachse
T I
A I
T II
A II
0·25° C
0·24°
0·23°
0·22°
0·20 CCm.
0·19
0·18
0·17
0·16
0·15
0·14
0·13
0·12
0·11
0·10
C
14°
13°
12°
11°
0·10 CCm
0·09
0·08
0·07
0·06
0·05
0·04
0·03
0·02
0·01 CCm.
Tag
Mittel 11° 8 C.
Tag
Mittel 23° 8 C.
Ad. Mayer del.

Mittheilungen aus dem landwirthschaftlichen Laboratorium der Universität Heidelberg.

V. Ueber den Verlauf der Athmung beim keimenden Weizen.

Von

Adolf Mayer.

In einer vor Kurzem in Gemeinschaft mit A. v. Wolkoff veröffentlichten Arbeit wurde die Begründung einer Methode gegeben zur Feststellung der Athmungsintensitäten von Pflanzen und Pflanzentheilen[1]. Ein so handlicher Apparat, eine so einfache Versuchsanstellung, wie die sind, zu welchen wir gelangten, verführen naturgemäss zu deren Erprobung an einer ganzen Reihe von offenen Fragen. Der Vorwurf, welchen ich mir zunächst mit diesen Hülfsmitteln zu lösen gestellt habe, lässt sich dahin fassen: die Athmungscurve der Zeit für

[1] Vergl. Landw. Jahrb. B. III, 1874. H. 4; auszugsweise Fühling's landw. Zeitung 1874 p. 730 u. Annal. d. scienc. natur. 1875. — Nach der dort ausführlich beschriebenen Methode werden einfach die Sauerstoffabnahmen in einer die Versuchspflanze umgebenden Atmosphäre gemessen. Die Messung dieser Grösse als Athmungsmassstab ist entschieden der Bestimmung der ausgehauchten Kohlensäure vorzuziehen, da jene den erzeugten Verbrennungswärmen weit eher proportional ist, während Kohlensäure gar nicht das Endproduct einer jeden Oxydation ist und ausser durch Oxydation auch noch ganz regelmässig durch Spaltungsprocesse erzeugt wird. Gerade in letzterer Hinsicht hat erst kürzlich O. Kellner in einer bescheidenen aber höchst beachtenswerthen Arbeit (Landw. Versuchs-St. B. 17, p. 408) nachgewiesen, dass bei der Reduction von sauerstoffreichen Mineralsäuren in Keimlingen ganz unabhängig von der eigentlichen daneben verlaufenden Athmung grosse Mengen von Kohlensäure entwickelt werden, so dass also Erzeugung von Fetten und Proteinstoffen aus Kohlehydraten nicht der einzige Fall ist, für welchen wir solche selbstständige Kohlensäureausgaben anzunehmen haben.

irgend eine Keimpflanze von Beginn der Keimung an und so weit als möglich zu bestimmen, oder, was dasselbe ist, die Ermittelung der Athmungsintensitäten von Keimpflanzen unter gleichen äusseren Bedingungen in ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge. Kurz, ich wollte, um eine Sachs'sche Ausdrucksweise zu übertragen, die grosse Periode der Athmung von Keimpflanzen im Dunkeln festzustellen versuchen.

Man würde bei dem heutigen Zustande der Naturwissenschaften der Pflanzenphysiologie einen schlechten Dienst damit erweisen, wollte man eine solche Fragestellung ganz willkürlich vornehmen, gleichsam nur um einer leistungsfähigen Methode doch etwas Arbeit zu verschaffen. Dem gewissenhaften Forscher steht es gut an, sich darüber auszulassen, warum ihm eine Frage vor vielen andern der Bearbeitung würdig erscheint.

In der gemeinschaftlich mit v. Wolkoff durchgeführten Arbeit hat mich vor Allem die Frage beschäftigt, in wie weit Wachsthum und Athmung parallellaufende Vorgänge sind. Dieses Problem greift nicht blos ein in eine jede Theorie des Heliotropismus, einen der äusserlichen Ausgangspunkte unseres Unternehmens, sondern ebenso sehr in eine jede Theorie irgend einer Wachsthumserscheinung. Was thun wir mit dem Satze, mit welchem man uns bisher abzufinden pflegte, dass Wachsthum unmöglich sei, wo nicht auch Athmung zugelassen werde, so lange wir nicht wissen, in wie weit sich Athmungserscheinungen ohne Wachsthum abzuwickeln pflegen. Es wird hiernach nicht nothwendig sein, besonders die Behauptung zu vertheidigen, dass wir es in dem Angedeuteten mit Fundamentalsätzen der Physiologie zu thun haben.

Aus der angeführten Arbeit war nun in Bezug auf diese Frage so viel klar, dass das Temperaturoptimum der Athmung höher liegt als das des Wachsthums und, dass das Licht keinen oder nur einen kaum wahrnehmbaren Einfluss auf die Athmungsgrösse eines Pflanzentheils besitzt, während dessen Längen-

wachsthum und (in etwas vermindertem Grade[1]) dessen Wachsthum überhaupt durch Beleuchtung stark behindert wird. Daraus ergeben sich naturgemäss die Anschauungen, dass zwar die zur Arbeitsleistung des Wachsthums nothwendigen Kräfte durch Verbrennung von organischer Substanz geliefert werden müssen, dass aber auch abgesehen von dieser Verwendung Verbrennungserscheinungen in einem jeden wachsenden Organe wie in einem jeden lebenden überhaupt von Statten gehen, und zwar, dass gerade diese bei höherer Temperatur die Oberhand gewinnen. Hieraus entwickelt sich in jedem speculirenden Kopfe gar leicht die Theorie, als ob die Behinderung des Wachsthums bei hohen Temperaturen in einem ganz directen Zusammenhange stünde mit der grossen Beschleunigung der Athmung unter den gleichen Verhältnissen. Vielleicht bleibt gerade an den Orten, wo intensive Verbrennungsvorgänge die verfügbaren Nährstoffe rasch verzehren, das Wachsthum schliesslich zurück, weil es an Stoffen fehlt, welche zur Leistung des Wachsthums unentbehrlich sind? — Ich erinnere daran, dass eine ähnliche Hypothese Wolkoff und mich in der eben citirten Arbeit beschäftigt hat. Es wurde dort untersucht, ob nicht desshalb durch Belichtung das Längenwachsthum behindert werde, weil das Licht die Athmung begünstigt und dadurch die Baustoffe verzehrt. Die Zulässigkeit dieser Hypothese ist dann durch den experimentellen Theil unserer Arbeit definitiv verneint worden. Allein dies verhindert nicht, die analoge so naheliegende Vermuthung auch in diesem neuen Falle einer Prüfung zu unterwerfen, wie denn dieser letzteren ein Theil der vorliegenden Abhandlung thatsächlich gewidmet ist. Und welche Thatsachen können hierzu geeigneter sein, als diejenigen, auf welche man aus dem Vergleich der Athmungscurve mit der Wachsthumscurve durch eine längere Vegetationsperiode hindurch stossen muss? — Dazu, wenn man

[1]) Weil die geringeren Breitedimensionen etiolirter Pflanzentheile unmöglich ein Aequivalent abgeben können für deren grössere Längsstreckung, oder — was auf dasselbe hinausläuft — weil die vergeilten Pflanzen bei gleichem absoluten Trockengehalt relativ wasserreicher sind.

diese Grössen mehrmals bei verschiedenen aber jeweils während der ganzen beobachteten Periode constanten Temperaturen vergleicht, wenn man diese Untersuchungen ausdehnt auf Temperaturen, welche diesseits und jenseits des Optimums für Wachsthum liegen, so kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit auf eine Bestätigung oder auf eine Widerlegung der provisorisch aufgestellten Anschauungen rechnen.

Als Versuchspflanze wurde Weizen gewählt — aus mehreren Gründen. Einmal wegen der Dimensionen der Keimpflänzchen, welche eine Einführung in den Respirationsapparat selbst zu mehreren mit Bequemlichkeit gestatten, wegen der Leichtigkeit eine grössere Anzahl absolut gleichschwerer Samen aufzutreiben, wegen der regelmässigen Ausbildung der Würzelchen der Keimlinge, weiter wegen der annähernden Bekanntschaft mit dem Temperaturoptimum für Längenwachsthum und endlich wegen der Fettarmuth des Samens, wodurch die Calculation von Sauerstoffconsum auf Trockensubstanzverlust ausserordentlich erleichtert wird. Sind nämlich keine fettartigen Stoffe in einem Samen vorhanden, so muss die Athmung in ihrem nachweisbaren Endresultat wesentlich auf den Verlust von Kohlehydraten hinauslaufen, und es ist in diesem Specialfalle gestattet, aus einer gewissen Menge verbrauchten Sauerstoffs auf den Trockensubstanzverlust direct einen Schluss zu machen, in Folge wovon die Athmungsresultate direct controlirt werden können durch eine Bestimmung der Trockensubstanzen. Von dieser Möglichkeit wurde in meinen vorliegenden Untersuchungen die ausgedehnteste Anwendung gemacht.

Dass wirklich bei der Weizenkeimung vorwiegend Stoffe von der Zusammensetzung der Kohlehydrate verbrannt werden, ist trotzdem, dass auch das stickstofffreie Spaltungsproduct der zerfallenden Proteinstoffe als sauerstoffärmer als die Kohlehydrate vorausgesetzt werden muss, z. B. aus den einschlagenden Analysen von Boussingault klar ersichtlich. Derselbe fand[1])

[1]) Agronomie, Chimie agricole etc. T. IV, 1868, p. 248.

	Trockensubstanz Grm.	C	H	N	O
im Weizensamen	1,665	0,758	0,095	0,057	0,718
sieben Wochen im Dunkeln gekeimt	0,712	0,293	0,043	0,057	0,282
Verlust	0,953	0,465	0,052	—	0,436

Dividirt man den verlorenen Sauerstoff durch 8, so erhält man 0,054, also sind Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältniss verloren gegangen, wie sie Wasser bilden, Kohlenstoff sollte allerdings auf 0,488 Wasser nur 0,390 Gr. entwichen sein, wenn wir das verschwundene Kohlehydrat als Stärkemehl in Rechnung setzen. Die 20 %, welche mehr beobachtet wurden, drückt die Betheiligung von Fetten und Proteinstoffen an der Athmung aus.

Bevor ich zur Beschreibung der ausgeführten Experimente übergehe, wird noch darauf hinzudeuten sein, was für Resultate nach den vorhin entwickelten Anschauungen zu erwarten standen. Wachsthum ist überall durch Athmung bedingt. Nicht aber umgekehrt; denn es giebt auch vom Wachsthum unabhängige Athmungsvorgänge, die durch hohe Temperaturen einer grossen Steigerung fähig sind. Innerhalb einer und derselben Versuchsreihe, welche bei gleicher Temperatur über die ganze Keimungsperiode sich erstreckte, war also recht wohl ein Parallelismus zwischen Athmung und Wachsthum zu vermuthen. Beide Erscheinungen werden direct oder indirect regiert durch Anwesenheit von Sauerstoff, Nährstoffcapital und Temperatur, ausserdem noch von Bedingungen, von welchen wir hier nicht zu reden haben. Also es musste eine mit der Entfaltung der Organe beginnende, dann ansteigende, ein gewisses Maximum erreichende und bei Erschöpfung des Nährstoffreservoirs wieder abfallende Athmung beobachtet werden.

Anders bei Vergleich der einzelnen Versuchsreihen mit einander, namentlich wenn diese Reihen diesseits und jenseits des »Temperaturoptimums« für Wachsthum lagen. Bei sehr hoher Temperatur musste die Leistung, ausgedrückt in zugewachsenen Organen, für eine und dieselbe Gesammtathmungsgrösse eine geringere sein als bei tieferer Temperatur, einfach

weil die Athmungscurve der Temperatur bei höheren Wärmegraden noch continuirlich ansteigt, während die entsprechende Wachsthumscurve schon wieder einen Abfall erleidet.

Was die Ausführung der Versuche anlangt, so ist in Bezug auf die verschiedenen Reihen folgendes Allgemeine zu bemerken. Es wurden eine grosse Anzahl Samen von Triticum vulgare ausgewählt, welche, selbstverständlich von einer Ernte herrührend, ganz nahe das Gewicht von $^1/_{20}$ Gr. besassen. Eine Anzahl wurde schon bei der Temperatur, bei welcher die Reihe durchgeführt werden sollte, geweicht, und alsdann wagerecht liegend, die Keimfurche nach Unten in mässig feuchte Sägespähne gesetzt. Das Weichen dauerte bei der kühleren Temperatur 24 Stunden, bei den höheren Temperaturen etwas weniger, bei 32 ^{0} C. nur 15 Stunden, kurz ungefähr den Zeiten gemäss, welche nach der Erfahrung bei den verschiedenen Temperaturen für die Quellung erforderlich sind. Die zuerst in Sägemehl gelegten und mit Sägemehl gedeckten Samen wurden später auf ein Drahtnetz gesetzt, welches über einer Wasserfläche befestigt war, als die Würzelchen etwa die Länge von 20 bis 30 Mm. erlangt hatten, so dass also hierfür in den verschiedenen Versuchsreihen gleiche Keimungstadien massgebend waren. Durch Waschen mit Hülfe eines weichen Pinsels erfolgte zuvor eine Reinigung der Keimlinge von den anhaftenden Sägespähnen. Täglich von Anfang des Versuchs oder wenigstens alle zwei oder drei Tage, nachdem sich der tägliche Wechsel als unnöthig herausgestellt hatte, wurden 4 Keimlinge in den Respirationsapparat eingesetzt, welcher seinerseits auf der gleichen Temperatur wie die ganze Pflanzung erhalten wurde, und die Athmungsgrösse genau festgestellt. An den eingesetzten wie an den herausgenommenen Keimlingen wurden immer Grössenmessungen vorgenommen; in den herausgenommenen ausserdem die Trockensubstanz bestimmt. Der Wechsel der Keimlinge in dem Respirationsapparat war nothwendig, weil sie in demselben doch auf die Dauer kein so normales Gedeihen zeigen, obschon ich beweisen werde, dass durch die ersten 24 Stunden etwa die Athmung durchaus von normaler Grösse ist. Der einzige Einwurf, welcher gegen die Methode des Wechselns

gemacht werden kann, ist der, dass die Individualität der einzelnen Pflanzen über den Gang der zu erprobenden Gesetzmässigkeiten obsiegen würde. Auch diesem Einwande wird durch die vorgeführten Zahlen begegnet werden.

Erste Versuchsreihe bei 10,0—13,7 °C.

Bei dieser ersten Reihe wurden am häufigsten Athmungsversuche angestellt, weil es sich dabei gleichzeitig um eine Orientirung über die sich herausstellende Gleichmässigkeit der Zahlen handelte. Die Anzahl der selbstständig immer mit neuen Pflanzen durchgeführten Athmungsversuche dieser Reihe ist bei der langen Dauer der Keimungsperiode bei niederer Temperatur nicht weniger als dreizehn, eine jede wieder mit einer ganzen Reihe von Ablesungen und Volumcalculationen. Später und bei höherer Temperatur konnte ich diese Mühe wesentlich reduciren. Doch hat mir gerade bei der Ausführung dieser ersten Reihe ein früherer Schüler des Laboratoriums, Herr v. Bardasano, wacker beigestanden, wofür ich demselben auch noch hier öffentlich meinen wärmsten Dank sage.

Der Vorrath von Pflanzen wurde von Anfang an in dem Keller des Laboratoriums, einem Raume von verhältnissmässig gleicher Temperatur aufgestellt. Davon wurden bei Beginn eines jeden Athmungsversuchs 4 Keimlinge von mittlerer Beschaffenheit ausgewählt, in den Respirationsapparat verbracht, welcher, in den Laboratoriumsräumen aufgestellt, künstlich auf der gewünschten Temperatur erhalten wurde. Man brauchte dabei nicht allzu ängstlich zu sein, da frühere Athmungsversuche gelehrt hatten, dass wenigstens innerhalb derjenigen Temperaturen, um welche es sich hier handelt, geringere Schwankungen um ein festgehaltenes Mittel herum auf die Athmungsgrösse keinen erheblichen Einfluss besitzen. Ich werde daher in den aufzuführenden Tabellen auch nur die berechneten Durchschnittstemperaturen mittheilen, indem ich zugleich anführe, dass es sich in den ungünstigsten Fällen um Schwankungen von 2 °C. auf- oder abwärts von diesen Temperaturen handelt.

Am 21. October wurden die Weizensamen von 0,05 Gr. Gewicht oder eine Kleinigkeit (bis zu 2 Mgr.) darüber einge-

quellt, zugleich 4 Samen in das Vegetationsbecherchen, in welchem sich 0,5 Ctm. Wasser befanden, eingelegt, und bis zum andern Morgen darin gelassen. Ablesungen und Berechnungen ergaben folgende Zahlen für die Sauerstoffabsorption:

October	Zeit	Gas-Volumen Cm.	Sauerstoffverbrauch absolut	Sauerstoffverbrauch stündlich	Durchschnitts-Temperatur
21.	[4. 15]	60,73	0,11	0,006	13,2
22.	11. 10	60,62			

Es hatte also für die Grösse der Zeit eine kaum bemerkbare Sauerstoffaufnahme stattgefunden, und bekanntlich ist ja auch der erste Vorgang im keimenden Samen, die »Quellung« trotz der dabei stattfindenden Wärmeentwicklung kein Athmungsprocess, sondern derselbe besteht wesentlich in Wasser-Aufnahme und Einlagerung. Aehnlich verhielt sich auch noch der gequollene Samen vom zweiten zum dritten Tage und durch die erste Hälfte des dritten Tages; erst dann trat eine bemerkliche Steigerung der Sauerstoffaufnahme ein. Hierüber und über den weiteren Verlauf der Athmung in den wachsenden Keimlingen geben folgende tabellarische Zusammenstellungen sämmtlicher Athmungsversuche der Reihe genügenden Aufschluss. Eine Notiz giebt zugleich Kenntniss über das innegehaltene Keimungsstadium der jeweils zu den Athmungsversuchen benutzten Pflanzen.

October	Zeit	Volumen Cm.	Sauerstoffverbrauch absolut	Sauerstoffverbrauch stündlich	Durchschnitts-Temperatur °C.	Bemerkungen
21.	[4. 15] [1]	60,73	0,11	0,006	13,2	Beim Einsetzen ungekeimt
22.	11. 10	60,62				
22.	[6. 5]	61,07	0,06	0,004	12,3	ebenso
23.	10. 20	61,01				
23.	11. 35	59,05	0,02	0,004	13,7	Quellung des Embryos bemerklich
23.	[4. 10]	59,03				
24.	12. 0	58,80	0,23	0,01	12,9	

[1] Die eingeklammerten Stundenangaben beziehen sich auf die Zeiten der zweiten Tageshälfte.

October	Zeit	Volumen Cm.	Sauerstoffverbrauch absolut	Sauerstoffverbrauch stündlich	Durchschnitts-Temperatur °C.	Bemerkungen
24.	[2. 25]	59,87	0,17	0,01	12,5	Der Keim im Durchschnitt 5 Mm. lang
25.	10. 15	59,70				
25.	[12. 25]	60,77	0,18	0,02	11,3	Keimlinge 14 Mm.
25.	[8. 30]	60,59	0,49	0,04	10,7	
26.	8. —	60,10				
26.	[12. 5]	59,69	0,30	0,05	12,6	Plumula 5 Mm.
26.	[5. 40]	59,39	0,82	0,05	12,3	
27.	9. 35	58,57				
27.	11. —	59,48	0,30	0,05	13,0	Plumula 9 Mm.
27.	[5. 25]	59,18	1,08	0,06	12,5	
28.	10. 20	58,10	1,53	0,06	10,6	
29.	10. 15	56,57				
29.	[3. —]	58,97	1,52	0,06	10,9	Plumula 19 Mm.
30.	[4. 45]	57,05	1,28	0,07	11,3	
31.	10 10	56,17				
31.	11. 20	58,56	2,03	0,09	11,2	Plumula 36 Mm.
Novemb. 1.	9. 10	56,35	1,69	0,08	10,4	
2.	9. 5	54,84				
2.	12. —	59,59	1,57	0,07	10,6	Plumula 49 Mm.
3.	9. 37	58,02	0,60	0,07	11,5	
3.	[6. 10]	57,42	1,16	0,08	10,7	
4.	8. 50	56,26				
4.	11. 30	58,95	2,16	0,10	11,7	Plumula 84 Mm.
5.	9. —	56,79	0,85	0,09	11,2	
5.	[6. 55]	55,94	1,62	0,10	11,7	
6.	11. 32	54,32				

Novbr.	Zeit	Volumen Cm.	Sauerstoffverbrauch absolut	Sauerstoffverbrauch stündlich	Durchschnitts-Temperatur °C.	Bemerkungen
7.	10. 2	60,13				
			0,61	0,08	11,3	
7.	[5. 15]	59,52				
			1,60	0,10	12,5	
8.	9. 15	57,92				Plumula 94 Mm.
			1,75	0,07	11,3	
9.	9. 50	56,17				
			1,33	0,06	10,0	
10.	8. 45	54,84				
10.	11. 35	59,95				
			0,25	0,07	10,7	Plumula 149 Mm.
	[3. 5]	59,70				

Man erkennt aus den mitgetheilten Zahlen deutlich die Gestalt der Athmungscurve: sobald die Athmung beginnt, ein rasches Anwachsen der Intensität, einige Tage Behauptung des Maximums und dann am 20. und 21. Tage eine Neigung zum Abfall. Die Athmungsversuche konnten von diesem Tage an wegen der Grösse der Pflanzen in meinem Respirationsapparate nicht mehr fortgesetzt werden. Allein aus der noch weiter fortgeführten Bestimmung der Trockensubstanzen lässt sich ein befriedigender Schluss auf die weitere Gestalt der Athmungscurve machen. Die Trockengewichte der 4 aus dem Apparate entfernten und dann weiter von 4 neu ausgewählten Durchschittspflanzen betrug:

Von Anfang		oder	0,1 u. 2	Tage	nach	der	Aussaat	0,176 Grm.
Am 27.	October	»	6	»	»	»	»	0,168 »
» 29.	»	»	8	»	»	»	»	0,163 »
» 31.	»	»	10	»	»	»	»	0,158 »
» 2.	November	»	12	»	»	»	»	0,151 »
» 4.	»	»	14	»	»	»	»	0,149 »
» 6.	»	»	16	»	»	»	»	0,144 »
» 10.	»	»	20	»	»	»	»	0,133 »
» 19.	»	»	29	»	»	»	»	0,119 »
» 24.	»	»	34	»	»	»	»	0,110 »

Man sieht, dass die Trockensubstanzabnahme [1]) ziemlich

[1]) Ganz ähnlich ergab sich die Trockengewichtsabnahme einer andern Reihe, die sich im Uebrigen nicht zu Schlussfolgerungen eignet, und mit etwas minderschweren Samen bei einer Durchschnittstemperatur von 10,3°C durchgeführt wurde.

regelmässig erfolgt. Aber sehen wir auch, ob die so erlangten Zahlen in Einklang stehen mit den Ergebnissen der Athmungsversuche. Diese Controle ist nothwendig, weil ja möglicher Weise doch die eigenthümlichen Verhältnisse innerhalb des Athmungsapparates einen Einfluss auf die Grösse des Athmungsprocesses ausüben könnten. Greifen wir die 10 Tage intensivster und zugleich unter sich gleichmässigster Athmung heraus vom 31. October bis zum 10. November, so haben wir es innerhalb dieses Zeitraumes mit einer Trockensubstanzverminderung von 0,158 auf 0,133 Gr., also von 0,025 zu thun; d. i. pro Tag 2,5 Mgr.

Diese als im Wesentlichen als aus Stärkemehl bestehend veranschlagt, erfordern die $\frac{192}{162}$fache Menge von Sauerstoff, um eine vollständige Verbrennung zu erleiden; d. i. nicht ganz 3 Mgr. Sauerstoff auf den Tag. Beobachtet wurde bei den Athmungsversuchen in derselben Zeit durchschnittlich 0,082 Ccm. in der Stunde, oder 1,97 Ccm. auf den Tag, d. i. in Gewichten 0,0028 Gr. — mithin eine gute Uebereinstimmung.

Man sicht also, dass die Beobachtung der Abnahme der Trockensubstanzen bei sehr gleichmässig ausgewählten und auch der Qualität nach sehr gleichmässigem Saatgute ein gutes Urtheil über die Athmungsintensität gestattet, obschon die individuelle Beschaffenheit der einzelnen Samen hier soweit in's Spiel kommt, dass diese Berechnung nur über grössere Zeiträume hinweg zulässig ist. Wir werden aus dieser Möglichkeit noch später Nutzen ziehen.

Die Trockensubstanzabnahme innerhalb der letzten 14 Tage der Versuchsreihe vom 10. bis zum 24. November beträgt 133—110 oder 23 Mgr., d. i. pro Tag 1,6 Mgr., woraus auf eine durchschnittliche Athmung von 0,05 Ctm. Sauerstoff stündlich geschlossen werden darf. Da die mittlere Trockengewichtszahl vom 29. Keimungstag ziemlich proportional liegt, so darf

---

Ursprünglich	0,157 Grm.	nach	11	Tagen	0,136 Grm.
nach 8 Tagen	0,146 »	»	14	»	0,133 »
» 9 »	0,143 »				

auf einen sehr langsamen Fall der Athmungscurve geschlossen werden. In der graphischen Darstellung des Verlaufs der Athmung auf der beigegebenen Tafel habe ich diesen letzten indirect bestimmten Theil der Curve theilweise durch Strichelung dargestellt.

Was lehrt uns nun der so festgestellte Verlauf der Athmung eines bei gleicher Temperatur und bei Abschluss des Lichts sich entwickelnden Keimlings? Werfen wir einen Blick auf die Tafel, wo die Curve A.I diesen Verlauf in abgerundeter Form vorstellt. Die aufgefundenen Abweichungen von dieser Curve mit ihren Unregelmässigkeiten erklären sich natürlich aus den Fehlern der Methode, aus der Individualität der jeweils ausgewählten Keimlinge und hauptsächlich aus den kleinen Schwankungen der Durchschnittstemperaturen im Athmungsapparat. Man sieht namentlich, wie gegen Ende der Curve diese Abweichungen einen ganz analogen Verlauf nehmen wie die Temperaturen — aus der beigezeichneten Temperaturcurve T. I sehr deutlich zu ersehen. Zu Anfang überwiegt natürlich die steigende Tendenz der Athmungscurve über den Einfluss der Temperaturschwankungen. Ich mache übrigens darauf aufmerksam, dass die Abweichung von der mittleren Athmungscurve im Maximum sich um die Grösse von $1\frac{1}{2}$ Hundertel Ccm. Sauerstoff in der Stunde herumbewegen, auf der Tafel also gleichsam unter das Vergrösserungsglas gelegt worden sind.

Die Athmung eines ausgelegten Weizenkornes ist bei der niedrigen Temperatur von 11,8° C. im Durchschnitt die ersten Tage gleich Null anzusehen. Es findet eine Quellung und dann wohl eine theilweise Lösung der löslichen Samenbestandtheile statt. Erst nach diesen Vorbereitungen ist der junge Organismus zur Sauerstoffaufnahme bereit, welche gerade zu der Zeit bemerkbar wird, wo der Embryo sich sichtbarlich zu vergrössern beginnt. Dann findet schon mit der allerersten Entwicklung des Keimlings eine rapide Steigerung der Athmungsintensität statt, die bald zu ihrem Maximum gelangt. Hier verharrt die Athmung einige Tage in gleicher Stärke; und diese Gleichmässigkeit lässt natürlich auf eine Gleichmässigkeit der Bedin-

gungen schliessen [1]. In der That, Sauerstoffzufuhr, Temperatur und alle andern äussern Bedingungen sind ja immer die gleichen. Nur die innern Bedingungen, vor Allem die Grösse des Nährstoffreservoirs sind bei dem Versuch variabel.

Aber eine Zeit lang werden die Vorräthe an organischer Substanz im Ueberschuss vorhanden sein, und der zur Athmung nöthige Brennstoff, der zum Wachsthum nöthige Baustoff wird reichlich fliessen. Dies muss natürlich eine Periode des relativen Stillstands der Erscheinung sein. — Natürlich, wenn die jungen Pflanzen unter normalen Bedingungen gehalten worden wären, wenn sie in diesem Stadium das Licht getroffen hätte, so würden die neugeschaffenen organischen Substanzen einen neuen Aufschwung des Athmungsprocesses ermöglicht haben. Die Athmung würde vermuthlich mit der Ausbildung der Pflanze continuirlich gestiegen sein. Der von mir beobachtete Abfall der Athmungscurve rührt also einzig her von der Erschöpfung des Samens an organischen Nährstoffen. Einen Fingerzeig in dieser Richtung giebt auch das gegen Ende der Keimungsperiode bemerkbare Verschwinden des süssen Geschmacks der getrockneten Pflanzen, wogegen dann ein bitterlicher Geschmack mehr in den Vordergrund tritt.

Die Athmungscurve nimmt also nach meiner experimentellen Bestimmung ungefähr einen Verlauf, wie man ihn sich nach einer Ueberlegung recht wohl aus bekannten Thatsachen hätte construiren können. Das Wichtigere bleibt der Vergleich mit dem Wachsthum. Bei den eingesetzten Pflanzen wurde immer die Länge der Plumula und des längsten Würzelchens bestimmt, ebenso bei deren Entfernung aus dem Athmungsapparat. Da Entleerung und Beschickung des Apparats immer unmittelbar nach einander vorgenommen wurde, so stehen für jeden Zeitpunkt immer Messungen von 8 verschiedenen Pflanzen zu Gebote, so dass Individualität hier keine allzu grosse Rolle mehr spielen kann, obschon sie noch hie und da bemerklich bleibt. Auf diese Weise wurden folgende Zahlen erhalten.

[1] Natürlich hat diese Gleichmässigkeit auch ihre methodologische Bedeutung, indem dieses Stadium der Keimung zu wählen ist, um die Einwirkung äusserer Ursachen auf die Athmungsgrösse zu studiren.

	Durchschnittliche Länge der Plumula,		des längsten Würzelchens
nach 3 Tagen		4 Mm.	
» 4 »		15 »	
» 5 »	5 Mm.		16 Mm.
» 6 »	9 »		22 »
» 8 »	19 »		36 »
» 10 »	32 »		40 »
» 12 »	49 »		43 »
» 14 »	73 »		42 »
» 16 »	100 »		43 »
» 20 »	145 »		49 »
» 29 »	230 »		52 »
» 34 »	222 »		49 »

Hieraus berechnen sich ungefähr folgende täglichen Zuwächse.

		Plumula	längstes Würzelchen
vom 2. zum 3. Tag		1 Mm.	3 Mm.
» 3. » 4. »		1,5 »	9,5 »
» 4. » 5. »		2,5 »	3,5 »
» 5. » 6. »		4 »	6 »
» 6. » 7. »		5 »	7 »
» 7. » 8. »		5 »	7 »
» 8. » 9. »		6 »	2 »
» 9. » 10. »		7 »	2 »
» 10. » 11. »		8 »	2 »
» 11. » 12. »		9 »	1 »
» 12. » 13. »		11 »	0 »
» 13. » 14. »		13 »	0 »
» 14. » 15. »	nach der Aussaat	13 »	0 »
» 15. » 16. »		14 »	0 »
» 16. » 17. »		13 »	1 »
» 17. » 18. »		11 »	2 »
» 18. » 19. »		11 »	1 »
» 19. » 20. »		10 »	2 »
» 20. » 21. »		10 »	0 »
» 21. » 22. »		10 »	0 »
» 22. » 23. »		10 »	1 »
» 23. » 24. »		10 »	0 »
» 24. » 25. »		9 »	1 »
» 25. » 26. »		9 »	0 »
» 26. » 27. »		9 »	1 »
» 27. » 28. »		9 »	0 »

		Plumula	längstes Würzelchen
vom 28. zum 29. Tag	nach der Aussaat	9 Mm.	0 Mm.
» 29. » 30. »		0 »	0 »
» 30. » 31. »		0 »	0 »
» 31. » 32. »		0 »	0 »
» 32. » 33. »		0 »	0 »
» 33. » 34. »		0 »	0 »

Trotz der von der Individualität der ausgewählten Pflanzen herrührenden kleinen Unregelmässigkeiten ist der Verlauf der Wachsthumscurven doch deutlich zu erkennen; die Plumulazuwächse wurden auf der Tafel in Gestalt senkrechter ausgezogener Linien von den betreffenden Längen aufgetragen, und man erkennt, dass die so entstehende Wachsthumscurve ihr Maximum erst etwas später erreicht, als die zugehörige Athmungscurve. Das zeitliche Zurückbleiben der Wachsthumscurve der Plumula hinter der Athmungscurve wurde auch in der später zu beschreibenden Versuchsreihe (für höhere Temperatur) constatirt. Allein es würde voreilig sein, darauf den Satz der Incongruenz beider Erscheinungen zu basiren, da das Wurzelwachsthum deutlich die umgekehrte Verschiebung zeigt, wobei freilich das spätere Heraustreten von Nebenwurzeln (oder zunächst einer vierten und fünften Hauptwurzel) ausser Rechnung bleibt. Im Gegentheil, diese einzige Versuchsreihe in's Auge gefasst, möchte ich eher den Parallelismus zwischen Athmung und Wachsthum betonen. Aber wir müssen im Auge behalten, dass dies schlechterdings Nichts für und Nichts wieder die Eingangs dieser Abhandlung aufgeworfene Hypothese bedeutet. Fruchtbarere Vergleichungspunkte für die Bedingungen der beiden fraglichen Erscheinungen werden wir auf Grund der nachher zu erörternden Versuchsergebnisse erlangen.

Zweite Versuchsreihe bei 22,5 — 24,5 °C.

Für diese Reihe bei einer dem Wachsthumsoptimum schon merklich genäherten Temperatur wurde ein thermostatischer Apparat angewendet, daher eine noch grössere Constanz der Temperatur über die ganze Versuchsdauer ermöglicht war. Die mittlere Temperatur war 23,8 °C., also 12 Grade höher als bei

der ersten Reihe, ein Unterschied, welcher ausserordentlich für die Gestalt der Resultate in's Gewicht fallen musste.

Als Thermostat diente ein grosser eiserner mit Wasser gefüllter Kessel von cylindrischer Form, welcher mit einem schlechten Wärmeleiter (Strohseilen) allseitig nur mit Ausschluss einer kleinen Heizfläche umgeben war. Der gut schliessende Deckel war ebenso umhüllt und der Apparat an einem kalten Orte von sehr constanter Temperatur, etwa 4° C. aufgestellt. In diesem Kessel waren, rings von Wasser umgeben, die einzelnen Apparate: Gefäss mit feuchten Sägespähnen für den Beginn der Cultur, Glascylinder, einige Cm. hoch mit Wasser angefüllt, über der Wasserfläche ein Drahtnetz gespannt, für die Aufnahme der gekeimten Pflanzen, und endlich der Respirationsapparat eingestellt, so dass der ganze Pflanzenvorrath wie die gerade zum Athmungsversuche dienenden Pflanzen immer die gleiche Temperatur besitzen mussten. Nur zur Vornahme der gasometrischen Ablesungen wurde der Respirationsapparat auf wenige Minuten aus dem Thermostaten herausgenommen. Die Heizung dieses Letzteren wurde mit Hülfe einer kleinen Petroleumlampe besorgt, dessen Oelreservoir sehr flach und breit angefertigt und durch einen Cartonschirm vor strahlender Wärme geschützt war. Füllung und Putzen brauchte nur alle 24 Stunden vorgenommen zu werden. — Die folgenden Temperaturangaben beweisen, dass der einfache Apparat sehr wohl seinem Zwecke als Thermostat entsprach. Im Uebrigen war das eingehaltene Verfahren ganz dem vorhin beschriebenen analog, und kann ich daher sogleich zur Mittheilung der Resultate der Athmungsversuche übergehen.

Am 30. November wurde eine grössere Anzahl Weizensamen wiederum von derselben Ernte innerhalb des Thermostaten eingequellt. Sie besassen alle das Gewicht von 0,05 Gr., oder höchstens 1½ Mgr. darüber oder darunter. Den ersten Tag wurde kein Athmungsversuch unternommen, da sich in der ersten Reihe keine bemerkbare Athmung während der Einquellungsperiode ergeben hatte, wohl aber am zweiten Tag mit diesen Versuchen begonnen, da bei der höheren Temperatur ein früherer Beginn der Athmung zu vermuthen stand. Die

hierbei und in den folgenden Versuchen erzielten Resultate sind aus der mitgetheilten tabellarischen Zusammenstellung ersichtlich.

Noch bleibt zu bemerken, dass zu dem ersten Athmungsversuch 5 Keimlinge benutzt wurden; der stündliche Sauerstoffverbrauch ist aber auf 4 umgerechnet worden.

Decemb.	Zeit	Gas-Volumen Cm.	Sauerstoffverbrauch absolut	Sauerstoffverbrauch stündlich	Durchschnitts-Temperatur ° C.	Bemerkungen
1.	9. 30	56,71				
			0,06	0,01	23,3	Quellung des Embryos bemerklich.
1.	[4. 35]	56,65				
			0,84	0,04	24,0	Beim Herausnehmen die Plumula 3 Mm. lang.
2.	9. 50	55,81				
			1,40	0,05	24,1	
3.	[3. —]	54,41				
3.	9. 45	59,07				
			1,03	0,13	23,9	Die Plumula war 7 Mm. lang, am 5. kommt das erste Blatt zum Vorschein.
3.	[5. 50]	58,04				
			2,40	0,16	24,2	
4.	9. 5	55,64				
Es wurde die Luft des Apparates erneut.						
4.	11. 10	61,70				
			1,14	0,19	24,5	
4.	[5. 30]	60,56				
6.	10. 25	61,38				
			1,15	0,16	22,5	Die Plumula im Durchschnitt 71 Mm. lang.
6.	[5. 30]	60,23				
			3,00	0,20	24,2	
7.	8. 25	57,23				
			1,81	0,22	24,2	
7.	[4. 40]	55,42				
8.	9. 50	57,90				
			1,37	0,19	24,0	Die Plumula 111 Mm. lang.
8.	[5. 10]	56,53				
			3,22	0,20	24,2	
9.	9 —	53,31				
			1,32	0,17	24,2	
9.	[4. 45]	51,99				

11 Tage nach Beginn der Versuchsreihe war das Wachsthum der Pflanzen bereits so stark fortgeschritten, dass es nicht mehr möglich war, dieselben in den Athmungsapparat einzuführen. Für diese letzte Periode müssen wir also wieder die Bestimmung der Trockensubstanzen zu Hülfe nehmen, die uns wenigstens den Verlauf der Athmungscurve im Groben anzeigt.

Die Trockengewichte von je 4 aus dem Apparate entfernten Pflanzen waren:

Von Anfang	oder	0 u. 1	Tage	nach	der	Aussaat	0,175	Grm.
den 3. Dec.	»	3	»	»	»	»	0,169	»
den 6. »	»	6	»	»	»	»	0,153	»
» 8. »	»	8	»	»	»	»	0,140	»
» 10. »	»	10	»	»	»	»	0,127	»
» 11. »	»	11	»	»	»	»	0,127	»
» 12. »	»	12	»	»	»	»	0,111	»
» 14. »	»	14	»	»	»	»	0,112	»
» 16. »	»	16	»	»	»	»	0,111	»

Obgleich uns hier die Individualität der Pflanzen einen Possen gespielt hat, und in Folge davon namentlich das Trockengewicht vom 11. Dec. zu hoch, vom 12. zu niedrig erscheint, so ist der Verlauf der Athmung im Grossen doch auch aus diesen Zahlen deutlich genug zu erkennen. Greifen wir die Tage stärkster Athmung vom 6. bis zum 10. Dec. heraus, so haben wir hier eine Trockengewichtsabnahme von 0.153—0.127 oder von 0.026 oder von 6.5 Mgr. täglich. Diese bedürfen, als Kohlehydrate von der Zusammensetzung des Stärkemehls gedacht, 7.7 Mgr. O. Beobachtet wurde in derselben Zeit durchschnittlich eine Sauerstoffaufnahme von 0.19 Ccm. stündlich, oder 4.56 Ccm. täglich, d. i. 6.52 Mgr., also eine nur wenig kleinere Grösse. Wir dürfen also auch hier Trockensubstanzangaben für grössere Zeiträume benutzen zu einer näheren Bestimmung der Gestalt der Athmungscurve. Vom 10. bis zum 16. Dec. haben wir nur noch eine Trockensubstanzabnahme von 16 Mgr. vor uns, d. i. auf den Tag 2.7 Mgr., was einer Durchschnittsathmung pro Stunde von 0.08 Ccm. entspricht. Wir haben es also mit einer raschen Abnahme der Athmungsintensität zu thun, welche auch noch bleibt, wenn wir eine Zahl vom 14. Dec. zu Grunde legen. Ja die Constanz der drei letzten Trockengewichte scheint darauf hinzudeuten, dass gegen Ende der Periode die Athmung fast ganz erloschen war, wie auch zur Zeit die Wachsthumsvorgänge beinahe ganz sistirt erschienen. Bemerkenswerth erscheint in derselben Richtung auf den ersten Blick auch noch, dass der Stillstand bei genau demselben Trockengewichte eintrat, welcher auch end-

gültig in der bei niederer Temperatur ausgeführten Reihe erlangt wurde. Und auch bei einer dritten bei viel höherer Temperatur durchgeführten Versuchsreihe war die Endzahl die gleiche, wie sich aus folgender Zusammenstellung ergiebt.

	Versuchsreihe		
	I. 11°,8	II. 23°,8	III. 34°
Trockengewicht von vier erschöpftan Keimpflanzen	0,110	0,111	0,111 Grm.

Es könnte also so erscheinen, als ob überhaupt bei einer jeden Keimung nur ein gewisser Procentsatz der Trockensubstanz (in unserm Falle etwa 37%) verathmet werde, wonach ein Stillstand auch bei den günstigsten äusseren Vegetationsbedingungen eintrete. Doch wurde diese Folgerung, die ja ganz bekannten Erfahrungen widerspricht, weiter geprüft und dabei gefunden, dass die Erschöpfung noch viel weiter gehen kann, und eine langsame Athmung fortdauert, so lange die Pflanze lebt.

Jedenfalls genügen die vorgeführten Resultate, um eine gute Vorstellung vom Verlauf der Athmungscurve bei einer Temperatur von nahe 24° zu verschaffen. Auch hier verweise ich zur Versinnlichung auf die graphische Darstellung A. II.

Die Abweichungen von der abgerundeten Curve erklären sich auch hier zum Theil aus den kleinen Temperaturschwankungen, vergl. die beigezeichnete Temperaturcurve T. II. Namentlich ist dies in der letzten Periode der Keimung wieder deutlich. Die Curve steigt sehr viel rascher an, erreicht grössere Höhen und fällt sehr viel rascher ab als die Athmungscurve für die Temperatur von 11°,8. Im Uebrigen ist eine gewisse Aehnlichkeit mit dieser doch nicht zu verkennen.

Die Flächen, welche von beiden Curven und der Abscissenachse umschrieben werden, besitzen ungefähr einerlei Grösse — der analytisch- geometrische Ausdruck für die Thatsache, dass in Summa schliesslich gleichviel verathmet worden ist.

Der Athmungsprocess wird also, wie dies ein jeder Einzelversuch mit irgend einer Pflanze oder einem Pflanzentheile lehrt, durch die ganze Athmungsperiode hindurch mit der steigenden

Ausbildung von lebenden Organen gesteigert, bis Mangel an Nahrung den Vorgang einschränkt und schliesslich demselben ein Ende macht.

Frühere Versuche, von mir in Gemeinschaft mit v. Wolkoff ausgeführt[1], haben gelehrt, dass die Athmungsintensität von jungen Keimlingen, wenigstens für diejenigen Temperaturen, um die es sich hier handelt, ungefähr proportinal der Temperatur (nach der Scala, die mit dem üblichen Nullpunkt beginnt) verläuft. Hier haben wir es, die beiden bei verschiedenen Temperaturen ausgeführten Versuche vergleichend, mit einer nur wenig erheblicheren Steigerung zu thun.

Bei 11°,8 wurde in der Nähe des Maximums durchschnittlich 82 Cmm., bei 23°,8 190 Cmm. in der Stunde Sauerstoff geathmet, und die ganze Athemperiode bis zur Erreichung des nämlichen Effects ist im ersteren Fall 34, im zweiten Falle 16 Tage.

Die Gestaltungsunterschiede der beiden Athmungscurven hätten sich also im Rohen auch recht gut aus dem bisher Bekannten herleiten lassen.

Das Wichtigste ist auch hier die Vergleichung der Athmung mit dem Wachsthum. Der letztere Vorgang wurde auf dieselbe Weise überwacht wie bei der vorhergehenden Versuchsreihe. Die Ergebnisse waren die folgenden:

	durchschnittliche Länge der Plumula	des längsten Würzelchens
3 Tage nach Beginn des Versuchs	5 Mm.	14 Mm.
6 » » » » »	49 »	51 »
8 » » » » »	119 »	76 »
10 » » » » »	175 »	84 »
11 » » » » »	213 »	85 » (95)
12 » » » » »	229 »	108 » (108)
14 » » » » »	(220) »	84 » (96)
16 » » » » »	252 »	111 » (101)

Zuletzt, wo die Zuwächse kleiner werden, spielen hier freilich individuelle Verschiedenheiten eine grosse Rolle, nament-

[1] Landw. Jahrb. III. 1874, p. 505.

lich bei den Wurzeln, für welche deutlich die Anzahl die Länge der einzelnen in einem reciproken Sinne beeinflusst.

Wenn man diese Beeinflussung in proportionalem Verhältnisse zu der Anzahl der Wurzeln berücksichtigt, so bekommt man die eingeklammerten Zahlen, durch welche ein weit regelmässigeres Wachsthum ausgedrückt wird.

Aus den mitgetheilten Zahlen berechnen sich ungefähr folgende täglichen Zuwächse:

	nach der Aussaat	Plumula	längstes Würzelchen
vom 1. zum 2. Tag		—	—
» 2. » 3.		5 Mm.	14 Mm.
» 3. » 4.		14 »	12 »
» 4. » 5.		15 »	12 »
» 5. » 6.		15 »	13 »
» 6. » 7.		35 »	12 »
» 7. » 8.		35 »	13 »
» 8. » 9.		30 »	5 »
» 9. » 10.		26 »	3 »
» 10. » 11.		38 »	4 »
» 11. » 12.		16 »	3 »
» 12. » 13.		10 »	(3) »
» 13. » 14.		6 »	(2) »
» 14. » 15.		4 »	(3) »
» 15. » 16.		3 »	2 »

Bei dieser Berechnung herrscht natürlich einige Willkür, ich denke aber nicht für die Folgerungen, welche wir zu ziehen beabsichtigen. Die täglichen Zuwächse der Plumula sind auf der Tafel wie früher als ausgezogene Ordinaten aufgetragen worden. Den Zuwächsen einer einzelnen Wurzel kommt natürlich eine geringere Bedeutung zu. Aus der Zeichnung ist klar erkenntlich, dass das Wachsthum der Plumula in der zweiten Versuchsreihe zu der entsprechenden Athmungscurve in einem ganz ähnlichen Verhältnisse steht, wie diese Grössen bei der ersten Versuchsreihe. Das Wachsthum ist in der zweiten Reihe mit eben derselben Beschleunigung vor sich gegangen wie die Athmung. Auch hier erscheint wieder die Wachsthumscurve um ein paar Tage verschoben gegen die Athmungscurve. Da sich auch hier wieder für das Wurzelwachsthum, soweit dasselbe verfolgt wurde, eine umgekehrte Verschiebung zeigt, so scheint

Alles in Allem genommen Wachsthumscurve und Athmungscurve sich zu decken. Also auch jetzt können wir keine Abtrennung der Wachsthumserscheinung von dem Athmungsvorgang constatiren.

Wir müssen nun aber der hiervon unabhängigen Frage näher treten, ob bei den beiden verschiedenen und sehr ungleich von dem Wachsthumsoptimum entfernten Temperaturen durch eine und dieselbe Athmung Eines und Dasselbe an Wachsthum geleistet worden ist, oder ob wir es in einem oder dem andern Falle mit einer »Luxusconsumtion« zu thun haben, mit einer Verbrennung von Bildungsstoffen, wodurch keine bemerkbare Leistung nach Aussen hin vollzogen worden wäre. Untersuchen wir den respectiven Trockensubstanzgehalt bei einer gleichen äussern Gestaltung der Pflanzen.

Nach 6 Tagen nach Beginn der zweiten Reihe hatte die Plumula eine durchschnittliche Länge von 49 mm.[1]; dieselbe Länge wurde in der ersten Reihe nach 12 Tagen erreicht.

Die respectiven Trockensubstanzen sind 0.153 und 0.151. Die Plumula-Länge 119 mm. wurde in der zweiten Reihe nach 8, in der ersten nach etwa 17 Versuchstagen erreicht. Die Trockensubstanzen sind zu dieser Zeit 0.140 und 0.141. Und ganz am Ende der Keimungsperiode, wo die gleichen Trockensubstanzen erreicht waren, nämlich 0.111 und 0.110 Gr. sind auch die endgültigen Längen der aufwärtsstrebenden Keimtheile nahe einander gleich. Die Entwicklung der Plumula also als eine Repräsentation des Gesammtwachsthums angesehen, kann ausgesprochen werden, dass bei der Temperatur von nahe 12°

[1]) Ich verhehle mir nicht, dass der Vergleich von Zuwächsen aus zwei verschiedenen Versuchsreihen, wenn auch unternommen mit Samen von genau derselben Grösse, strenge nicht zulässig ist, da allein geringe Feuchtigkeitsunterschiede im Sägemehl oder ähnliche Zufälligkeiten auf die Wachsthumsgrössen ausserordentlich einwirken. Allein, da es sich abgesehen von den allerersten Keimungstagen um Wasserculturen handelt und der Hauptwerth ausserdem auf das Plumulawachsthum gelegt wurde, so ist der Versuch nicht hoffnungslos, mit diesen Zahlen eine Vergleichung vorzunehmen. Zudem sind auf die gemachte Voraussetzung hin keine schwerwiegenden Schlussfolgerungen gezogen worden.

und von nahe 24° das gleiche Entwicklungsstadium auch das gleiche Opfer an organischen Brennstoffen erheischt.

Etwas abweichend verhält sich freilich das Wurzelwachsthum. Man erkennt, dass wenigstens die längste Wurzel endgültig oder bei gleicher Verathmung grössere Dimensionen in der zweiten Versuchsreihe erreicht als in der ersten. Das ist eine Thatsache, die jedenfalls ihr Interesse besitzt für die Abhängigkeit des Pflanzenhabitus von der Temperatur; für die Begründung der Meinung, als ob dadurch dennoch bei der höheren Temperatur mit Hülfe desselben Materials mehr geleistet worden sei, möchte ich dieselbe nicht benutzen; denn es könnte ja (von den ungenügenden Belegen für die Thatsache selber abgesehen) leicht eine Compensation durch entsprechend stärkere Ausbildung von den weniger langen Keimwurzeln oder später angelegten Seitenwurzeln statthaben.

Dritte Versuchsreihe bei 31,9—36°,5 C.

Eine dritte Reihe von Keimungsversuchen wurde bei noch erheblich höherer Temperatur durchgeführt. Bei einer so hohen Temperatur, dass das Optimum für Wachsthum, das zwar für keine Pflanze genau bestimmt ist, noch sich überhaupt scharf bestimmen lässt, sicher tiefer lag. Im Durchschnitt wurde der vorhin beschriebene einfache Thermostat auf etwa 34° zu erhalten gesucht. Die Temperatur war diesmal eine etwas weniger constante, weil zu Erlangung derselben eine Gasflamme unterhalten werden musste. Die Gasausströmung wurde allerdings durch einen Thermoregulator geregelt, der zwar nicht im Thermostaten angebracht werden konnte, sondern von einer zweiten vom selben Schlauche abgezweigten Gasflamme erwärmt wurde, welche also den nämlichen Druckschwankungen unterworfen war[1]; aber man weiss, dass diese Apparate wegen der launischen Capillareigenschaften des Queck-

[1] Eine derartige Aufstellung der Thermoregulatoren ist überhaupt für das ungefähre Constanthalten niederer Temperaturen recht zu empfehlen.

silbers zu unempfindlich sind, um den Effect der brusquen Druckschwankungen in einer gewöhnlichen Gasleitung ganz auszugleichen. Doch da kleinere Temperaturschwankungen bei Einhaltung einer constanten Mitteltemperatur weder auf Athmung noch auf Wachsthum den deprimirenden Einfluss äussern[1]), von welchem man früher so ziemlich aus der Luft gegriffene Meinungen hegte, so hat dieser Umstand nicht den geringsten Nachtheil für die Beweiskraft der Versuche.

Wir erinnern uns aus den vorhergehenden Versuchsreihen, dass man durch Beobachtung der Trockensubstanzabnahmen, nicht von heute auf morgen, wohl aber für etwas grössere Zeiträume die durchschnittliche Athmungsgrösse ziemlich scharf berechnen kann. Da dieser Satz feststand, und ausserdem die allgemeine Gestalt der Athmungscurve etiolirter Weizenkeimlinge in ihrem ganzen Verlauf bekannt war, so konnte ich in dieser letzten Versuchsreihe von den mühsam auszuführenden und noch mühsamer zu berechnenden directen Athmungsversuchen absehen. Auch handelte es sich ja jetzt nur noch um die Frage, ob auch bei noch höherer Temperatur eine gleiche Gesammtathmung einer gleichen Leistung in der Production von messbaren Organen entspräche, eine Frage, die auch vorhin aus der Beobachtung der Trockengewichte für die beiden ersten Reihen erörtert wurde.

Den 17. December Abends wurde wiederum Samen von ganz nahe 0.05 Gr. Gewicht eingequellt, am andern Morgen in Sägespähne gesetzt, nach drei Tagen durch ein Drahtsieb die Wurzeln in Wasser gesteckt. Kurz die Behandlung war, wie früher, dem Keimungsstadium entsprechend. Eine grössere Anzahl von Samen als gewöhnlich, über 50 % erwies sich als ungekeimt, was ohne Zweifel der hohen Temperatur an sich oder der Quellung in einem bei hoher Temperatur verhältnissmässig sauerstoffarmen Wasser zuzuschreiben ist.

Die Abnahme der Trockengewichte von 4 Pflanzen war folgende:

---

[1]) Vergl. die schon citirte Abhandlung von Wolkoff und von mir und Petersen: Arbeit. d. botan. Instituts zu Würzburg. B. I. p. 563.

Von Anfang oder	0—1	Tage	nach	der	Aussaat	0,175	Grm.
Am 20. Dec. »	3	»	»	»	»	0,165	»
» 22. » »	5	»	»	»	»	0,152	»
» 24. » »	7	»	»	»	»	0,139	»
» 27. » »	10	»	»	»	»	0,111	»

Man sieht, die Erschöpfung [1] an verathembaren organischen Stoffen ist eine weit raschere als bei der zweiten oder gar der ersten Reihe; nach 10 Tagen besassen 4 Keimlinge der zweiten Reihe noch 0,127, der ersten noch 0,158 Gr.

Man sieht also, dass die Athmungscurve für Temperatur beim Weizen zwischen 24 und 34° noch rapide steigt, wie ich dies auch schon in unsern früheren Untersuchungen nachgewiesen hatte. Der Gesammtverbrauch an Trockensubstanz von 3 Tage nach der Aussaat bis 10 Tage nachher beträgt bei der dritten Versuchsreihe 54 Mgr. oder auf den Tag beinahe 8 Mgr., obgleich in diese verhältnissmässig lange Zeit bis zur Erschöpfung natürlich nicht blos Maximalzahlen der Athmung eingeschlossen sein können. Trotzdem ist die Zahl ansehnlich höher als die bei der Temperatur von 24° innerhalb der Maximalperiode erlangten, und ungefähr 3mal so gross als die entsprechende Zahl der ersten Reihe. Auf die Stunde berechnet sich innerhalb der gewählten 7 Tage eine Durchschnittsathmung von 0,23 Ccm. Sauerstoff. Es müssen also Maximalathmungen von nahe 0,30 Ccm. stündlich für je 4 Keimlinge vorgekommen sein. Von dem Verlauf der Athmungscurve kann sich darnach Jeder leicht eine Vorstellung machen.

Wie aber steht es mit dem Wachsthum? — Meine Aufzeichnungen lehren darüber Folgendes.

	Durchschnittliche Länge	
	der Plumula	des längsten Würzelchens
3 Tage nach Beginn des Versuchs .	15 Mm.	26 Mm.
5 » » » » » .	55 »	60 » (54) [2]

[1] Dass wirklich bei hoher Temperatur eine so rasche Trockensubstanzabnahme erfolgt, wurde noch durch eine weitere bei einer Durchschnittstemperatur von 33°,7 angestellten Reihe erprobt.

[2] Correctur umgekehrt proportional der Anzahl der ausgebildeten Würzelchen.

	Durchschnittliche Länge der Plumula	des längsten Würzelchens
7 Tage nach Beginn des Versuchs . .	101 Mm.	75 Mm.
10 » » » » » . . .	147 »	106 »

Daraus berechnet sich ein tägliches Wachsthum:

	Plumula	längstes Würzelchen
vom 1. zum 2. Tag	— Mm.	6 Mm.
» 2. » 3. » nach der Aussaat	15 »	20 »
» 3. » 4. » nach der Aussaat	19 »	15 »
» 4. » 5. » nach der Aussaat	21 »	13 »
» 5. » 6. » nach der Aussaat	22 »	11 »
» 6. » 7. » nach der Aussaat	24 »	10 »
» 7. » 8. » nach der Aussaat	20 »	10 »
» 8. » 9. » nach der Aussaat	17 »	11 »
» 9. » 10. »	9 »	10 »

Man sieht sogleich, dass in dieser Versuchsreihe mit dem nämlichen Aufwand an organischem Brennstoff weniger erreicht worden ist, als in den früheren. Nach 10 Versuchstagen sind die Keimlinge an Trockensubstanz genau so weit erschöpft als nach 16 Tagen bei 24^0, oder nach 34 Tagen bei 12^0.

Trotzdem ist die Plumula erst 150^{mm} lang, in jenen beiden Fällen 230—250^{mm}. Auch giebt das Wurzelwachsthum, obschon durch die höhere Temperatur wieder sehr begünstigt, keine entsprechende Compensation. Die längste Wurzel ist nicht länger als bei der gleichen Erschöpfung in der zweiten Reihe. Auch die Anzahl der Wurzeln ist durchschnittlich keine grössere[1], wie ich durch besondere Zählungen nachgewiesen habe.

Zu dem gleichen Resultate kommt man durch Vergleich der Maximalzuwächse, wenigstens was die Plumula anlangt.

Bei einer Durchschnittstemperatur von 34^0 konnten im Maximum nur 24^{mm} Zuwachs berechnet werden, allerdings beträchtlich mehr als bei 12^0 (14^{mm}), aber doch sehr viel weniger als bei 24^0 (38^{mm}). Kurz es kann nicht daran geweifelt werden, dass bei jener hohen Temperatur ein Theil der organischen

[1]) Es handelt sich um eine Weizensorte, welche drei oder fünf Keimwurzeln zu Anfang entwickelt.

Substanz verbrannt wird ohne Nutz und Frommen für den Wachsthumsprocess — natürlich immer nur, soweit derselbe äusserlich erkennbar und definirbar ist. Man kann also im Hinblick auf diesen Process auch sagen, dass bei derartig hohen Temperaturen eine Art von Luxusconsumtion stattfinde.

Wir sehen hier also eine Bestätigung vor uns der schon auf Grund meiner früheren Versuche ausgesprochenen Schlussfolgerung, dass die Pflanzen nicht blos athmen zum Zweck des Wachsthumsprocesses, sondern dass es selbstständige Verbrennungserscheinungen giebt, welche durch specifische Bedingungen, wie z. B. sehr hohe Temperatur ausserordentlich gesteigert werden. Das ist im Grunde freilich nur eine andere Ausdrucksweise für die Thatsache, dass das Wachsthum ein Temperaturoptimum besitzt unterhalb eines solchen Optimums für Athmungsvorgänge.

Theoretische Folgerungen und Wachsthumsversuche.

Es ist nun von dem allergrössten theoretischen Interesse zu erörtern, ob diese jetzt zweifellos feststehende Thatsache einer Erklärung zugänglich ist, und ob namentlich die oben aufgestellte einfachste Hypothese zu dieser Erklärung herangezogen werden kann.

Bietet sich für das Wachsthum nur etwa deshalb ein Temperaturoptimum dar, weil es in Folge der bei noch höherer Temperatur unmässig gesteigerten Athmung an den Orten des Wachsthums an organischen Baustoffen fehlt? — Hängen Wachsthum und Athmung in dieser denkbar einfachsten Weise mit einander zusammen, so ergeben sich unabweisbar oder mit der grössten Wahrscheinlichkeit die Folgerungen, dass das Wachsthumsoptimum keine constante Zahl selbst für eine und dieselbe Keimpflanze darstellen kann, sondern von der anfänglichen Periode des Nährstoffüberflusses bis auf die späteren Perioden des Nährstoffmangels continuirlich auf niedrigere und niedrigere Temperaturgrade sinken muss. Ferner muss unter der gleichen Voraussetzung bei künstlicher Entfernung der Nährstoffreservoire das

Wachsthumsoptimum willkürlich herabgedrückt werden können, weil dann schon weniger hoch liegende Temperaturgrade zu einem in diesem Falle ungünstigen Verzehr von organischer Substanz Veranlassung geben und dann natürlich das Wachsthum nicht fördern können, vielmehr dasselbe schädigen müssen. Dies sind wenigstens zwei Consequenzen der fraglichen Hypothese, welche leicht einer experimentellen Prüfung zugänglich sind.

Was die Inconstanz des Wachsthumsoptimums eine längere Keimdauer hindurch betrifft, so geben schon die bis jetzt vorgeführten Resultate einige unvollkommene Anhaltspunkte. Bevor ich aber die betreffende Zusammenstellung von Daten unternehme, wird die Frage aufzuwerfen sein, ob die Annahme einer solchen Inconstanz nicht den vordem bekannten Resultaten widerspricht. Auf den ersten Hinblick hat es allerdings den Anschein darnach. Man spricht von den Wachsthumsoptima als von constanten Grössen, und verschiedene Versuchsansteller haben mehrfach für dieselbe Keimpflanze auch annähernd die gleiche Zahl gefunden. Und doch besteht die Möglichkeit, jene Hypothese mit diesen Resultaten zu vereinigen; denn die bekannten Versuche erstrecken sich beinahe ausschliesslich auf die ersten Keimungstage, also auf gleiche Perioden der Keimung, und J. Sachs spricht in seiner ersten anregenden Wachsthumsarbeit wenigstens von einem Ansteigen des Temperaturminimums für Wachsthum, auch gelegentlich von einer Variabilität des Maximums[1], so dass kein Grund vorliegt, das zwischenliegende Optimum als etwas ganz Feststehendes anzunehmen.

Allerdings die Hoffnung musste von vornherein aufgegeben werden, das Wachsthumsoptimum auch für die Zeit des grössten Nährstoffüberflusses zu Anfang der Keimung so hoch zu finden, wie das Optimum der Athmung und der Protoplasmabewegung zu liegen scheinen. Aber man darf bei all' diesen Betrachtungen niemals ausser Augen lassen, dass das Wachsthum nur durch einen ganz localen Nährstoffmangel als eingeschränkt erachtet

[1]) Pringsh. Jahrb. 1860, p. 338.

wird — eine Annahme, welche mit einem Ueberfluss in einer nahe benachbarten Gegend wegen der begrenzten Möglichkeit einer Stoffwanderung recht gut vereinigt werden kann.

Stellen wir nun die mitgetheilten Wachsthumszahlen aus den drei Versuchsreihen zusammen, so ergiebt sich für verschiedene früher oder später gegriffene Perioden Folgendes.

Hätte man die drei Reihen nach 3 oder selbst nach 5 Tagen abgebrochen, so würde man geschlossen haben, 34° liegt näher am Optimum als 24° oder 12°; denn damals wurde gemessen für die Plumula:

	12°	24°	34°
nach 3 Tagen	1 Mm.	5 Mm.	15 Mm.
» 5 »	5 »	34 »	55 »

und für die längste Wurzel

nach 3 Tagen	3 Mm.	14 Mm.	26 Mm.
» 5 »	16 »	39 »	54 »

Aber nach 10 Tagen hätte die Sache ein verändertes Ansehen genommen, wie folgende Zahlen beweisen:

	12°	24°	34°
Plumula nach 10 Tagen	32 Mm.	175 Mm.	147 Mm.
längstes Würzelchen nach 10 Tagen	40 »	84 »	106 »

Da auf das Wachsthum der Plumula, nach meiner Weise zu cultiviren, das meiste Gewicht zu legen ist, so sieht das beinahe aus wie eine Bestätigung der zu prüfenden Hypothese; denn die ersten Zahlen deuten auf eine Annäherung des Optimums mehr an 34° wie an 24°, die letzten auf eine Annäherung an den letzteren Wärmegrad, was nicht damit in Widerspruch steht, dass andere Experimentatoren [1]) für das Wurzelwachsthum ein Optimum von 29° gefunden haben.

Allein wenn man berücksichtigt, dass es sich bei dieser Vergleichung um verschiedene Versuchsreihen handelt, welche für die difficilen Wachsthumserscheinungen wegen der nicht auszuschliessenden zufälligen Verschiedenheit (Wassergehalt der

---

[1]) Sachs l. c. und W. Köppen: Wärme und Pflanzenwachsthum. Moskau 1870.

Sägespähne, Zeitpunkt des Beginns der Wassercultur etc.) gar nicht strenge vergleichbar sind, so wird man auf diesen vorläufigen Entscheid kein grosses Gewicht legen. Im Gegentheil habe ich es bei der Wichtigkeit der Frage für angezeigt gehalten, die gezogenen Consequenzen zum Gegenstand einer besondern experimentellen Prüfung zu machen. Dabei wurde durch die künstliche Beraubung der Keimlinge von ihrem Nährstoffbehälter in viel vollkommnerer Weise für eine Ungleichheit der Ernährung Sorge getragen, als dies naturgemäss im Verlauf der Keimung für dazu ungleichwerthige Pflanzen sich herausstellt. Solche Versuche wurden mit Weizen und ausserdem mit Pferdebohnen in sorgfältiger Weise durchgeführt. Die Samen wurden bei kühler Zimmertemperatur durch 2 Tage eingequellt und durch 5 Tage hindurch keimen gelassen. Dann wurde die Operation ausgeführt, eine grosse Anzahl von unter sich gleichmässiger Keimlinge wurden ihrer Nährstoffreservoire beraubt, also bei Vicia faba die noch vollgefüllten Cotyledonen dicht an der Achse der jungen Keimpflanze augeschnitten, die Weizenpflänzchen in ganz analoger Weise ihres Endosperms beraubt. Die so operirten und hinsichtlich der disponibeln Nahrung aufs Aeusserste reducirten Pflänzchen wurden mit intacten, aber im Uebrigen ganz gleichartigen Pflänzchen zusammen in Glasgefässe gebracht, die mit schwach angefeuchtetem Sägemehl locker angefüllt waren, und auch zollhoch mit solchem Sägemehl überdeckt. Die so beschickten Gefässe wurden in ähnlicher Weise, wie oben beschrieben, in Apparate mit thermostatischer Vorrichtung gebracht, so dass die Temperatur durch zwei Tage hindurch annähernd constant erhalten werden konnte.

Die gewählten Temperaturen waren 31, 22 und 14° C, und es wurden diese auch annähernd eingehalten, so dass nur bei den beiden obern Abweichungen bis zu 2° von der berechneten Durchschnittstemperatur vorkamen, und auch in diesem Falle nicht in häufigem Wechsel, sondern nur so, dass die Temperatur sehr langsam stieg oder sank. Es ist das natürlich vollkommen genügend, seitdem Petersen[1]) nachgewiesen hat,

[1]) Arbeiten des botan. Instituts zu Würzburg. B. 1. p. 563.

dass solche kleine Schwankungen für den Wachsthumseffect ohne Bedeutung sind. wie ja auch ich schon vorher in Gemeinschaft mit v. Wolkoff die gleiche Einflusslosigkeit für den Athmungsvorgang[1] gezeigt hatte.

Die aus den Temperaturbeobachtungen genau berechneten Mittelzahlen waren folgende: 31°.4 22°.4 14°,4, also Temperaturintervalle von genau 9 und 8°. Die für je 48 Stunden stattgehabten Zuwächse ergeben sich aus der beigefügten tabellarischen Zusammenstellung, welche immer die Durchschnittszahlen für je 10 Pflanzen wiedergiebt.

Vicia faba

Wurzeln (und hypocotyles Glied

	mit Cotyledonen			Cotyledonen ab		
	31°.4	22°,4	14°.4	31°.4	22°.4	14°.4
zu Anfang	14,7 Mm.	14,9 Mm.	14,9 Mm.	15.6 Mm.	15.3 Mm.	15.2 Mm.
nach 48h	53,6 »	59,2 »	31.0 »	27,5 »	27.9 »	19.7 »
Zuwachs	38,9 »	44,3 »	16.1 »	11,9 »	12,6 »	4.5 »
			Plumula			
zu Anfang	7,2 »	7,2 »	7.2 »	7,1 »	7,4 »	7.2 »
nach 48h	31.0 »	34.0 »	9,6 »	7,6 »	10,2 »	8,2 »
Zuwachs	23.8 »	26.8 »	2.4 »	0,5 »	2,8 »	1.0 »

Der Einfluss der Operation auf das nachher erfolgende Wachsthum ist auf's deutlichste zu erkennen. Die Wurzeln sind innerhalb der gewählten Zeit durch Wegnahme ihres Nährstoffreservoirs auf 1/3 ihres normalen Wachsthums verkürzt, die Plumula sogar auf etwa 1 Zehntheil. Aber man kann nicht sagen, dass von einer Verrückung des Wachsthumsoptimums in Folge der Operation Etwas zu verspüren wäre; denn in diesem Falle müssten die niedrigeren Wärmegrade 22° oder vielleicht gar 14° günstiger oder wenigstens vergleichungsweise günstiger wirken als jene andere oberhalb des gewöhnlichen Optimums gelegene Temperatur. Aber 12.6 Mm. steht zu 11,9 Mm. in keinem höhern Verhältnisse wie 44 zu 39 Mm. im Gegentheil: und auch für die tiefste Temperatur bleiben die Wachsthumsverhältnisse die gleichen.

---

[1] Landw. Jahrb. 1874. p. 510.

Dagegen will es Nichts sagen, wenn das Plumulawachsthum der operirten Pflanzen ein wenig in jenem Sinne abgeändert erscheint; denn gerade diese bei den Pferdebohnen gekrümmten Organe sind genauern Messungen schwer zugänglich.

Triticum vulgare.

	mit Endosperm			Endosperm ab		
	31°,4	22°,4	14°,4	31°,4	22°,4	14°,4
Summe der Wurzeln						
zu Anfang	37,5 Mm.	32,5 Mm.	36,7 Mm.	35,2 Mm.	32,6 Mm.	33,4 Mm.
nach 48h	193,1 »	194,3 »	67,7 »	39,2 »	38,8 »	34,2 »
Zuwachs	155,6 »	161,8 »	31,0 »	4,0 »	6,2 »	0,8 »
Längste Wurzel						
zu Anfang	16,5 »	16,9 »	16,1 »	18,4 »	16,1 »	17,3 »
nach 48h	57,1 »	62,8 »	26,4 »	21,4 »	20,1 »	18,7 »
Zuwachs	40,6 »	45,9 »	10,3 »	3,0 »	4,0 »	1,4 »
Plumula						
zu Anfang	7,2 »	6,9 »	6,9 »	6,6 »	6,9 »	6,5 »
nach 48h	36,5 »	29,8 »	16,0 »	15,0 »	12,1 »	9,3 »
Zuwachs	29,3 »	22,9 »	9,1 »	8,4 »	5,2 »	2,8 »

Also auch für diese Versuchspflanze ein ganz bestimmtes negatives Resultat. Die Ergebnisse sind überhaupt nur in sofern von denen bei der Pferdebohne erhaltenen abweichend, als hier das Wurzelwachsthum in Folge der Operation stärker geschädigt erscheint, und als sich für dieses beim Weizen ein tiefer liegendes Optimum ergiebt als für die dazu gehörige Plumula. Auch sonst ist aus den sehr regelmässigen Zahlen manches Interessante zu folgern, worauf wir uns hier nicht einlassen können.

In jedem Falle hat sich die auf ihre Zulässigkeit zu prüfende Hypothese in Folge dieser sorgfältig durchgeführten Versuche als verwerflich erwiesen, und es können hiergegen jene Andeutungen aus dem Vergleiche der verschiedenen Versuchsreihen nicht Stand halten. Auch handelt es sich gar nicht um den Widerspruch zweier experimentellen Resultate von verschiedener Zuverlässigkeit.

Unser zuletzt ermitteltes Ergebniss besagt auf's deutlichste, dass das Wachsthum nicht auf Kosten von denselben

organischen Bildungsstoffen von Statten geht, welche bei hohen Temperaturen in so verstärktem Masse Verbrennungsprocessen erliegen; denn sonst müssten bei dem äussersten Mangel von für Wachsthum disponibeln Reservestoffen die höheren Temperaturen sich als besonders ungünstig erwiesen haben. Jene Beobachtungen über eine Verschiebung des Optimums während der Keimdauer auf etwas tiefer liegende Wärmegrade haben diesen sorgfältig unter wirklich vergleichbaren Bedingungen durchgeführten Versuchen gegenüber natürlich keinerlei Beweiskraft. Ich lasse dahingestellt, ob jene wirklich eine Verschiebung während der Keimdauer des Optimums andeuten, da nun keinenfalls eine solche Verschiebung zu einer Stütze für die in Frage gezogene Hypothese benutzt werden kann.

Aus Alledem ist zugleich ersichtlich, dass Wachsthum und Athmung nicht in der nahen und unmittelbaren Beziehung zu einander stehen, wie man gewöhnlich anzunehmen pflegt, und ich möchte dies als das wichtigste theoretische Ergebniss der angestellten Betrachtungen ansehen. Allerdings Wachsthum ist wie eine jede positive Lebenserscheinung nicht denkbar ohne entsprechende Athmung. Kräftig wachsende Organe zeigen auch ausnahmlos intensive Verbrennungserscheinungen, und in einem Keimling, der unter gleichartigen äusseren Bedingungen eine stetig gesteigerte Evolution zeigt, schreiten die Oxydationsvorgänge eine Zeit lang in einem unverkennbaren Parallelismus zu dieser Entfaltung fort. Aber die beide Erscheinungen abgrenzenden Bedingungen sind durchgehend verschieden. Die Athmung beginnt schon bei so niedrigen Temperaturen, wo von einem nach Aussen hin sichtbaren Wachsthum noch nicht die Rede sein kann; ja ihr Minimum scheint nach noch nicht veröffentlichten Versuchen, welche in dem hiesigen landwirthschaftlichen Laboratorium von meinem Freunde, Herrn Dr. Askenasy ausgeführt worden sind, bei Organen, welche erst viele Grade über Null sich entwickeln, eben gerade bei diesem Nullpunkte zu liegen. Sie steigt dann ziemlich proportional mit den Wärmegraden bis über Temperaturen, wo das Wachsthum am rasche-

sten erfolgt, und noch weiter über Temperaturen, wo es völlig erlischt.

Dasselbe gilt für andere äussere Bedingungen und wurde von mir in Gemeinschaft mit v. Wolkoff für das Licht erwiesen. Dieses wirkt, ähnlich wie Wärmegrade oberhalb des Wachsthumsoptimums, verzögernd auf das Wachsthum, während die Athmung nicht oder kaum nachweisbar von ihm beeinflusst wird. Und ganz allgemein ist Wachsthum eine leicht alterirbare Erscheinung, praktisch abhängig von hundert Zufälligkeiten, die Athmung dagegen bei gegebener Temperatur und nur annähernd gleichem Sauerstoffgehalt der umgebenden Atmosphäre und nur annähernd gleicher Versuchspflanze von einer auffälligen Constanz. Daher sind auch die Wachsthumsvorgänge so schwierig experimentell zu bearbeiten. Man muss sich bei ihnen helfen mit den Durchschnitten aus grossen Zahlen. Die Athmung ist dagegen nach einmal geschaffener Methode leicht an einzelnen Exemplaren mit einer Sicherheit festzustellen, wie wir sie sonst nur bei Versuchen in der unorganisirten Welt anzutreffen gewohnt sind. Nur die Methode welche einfach darin besteht, eine Zahl an einem Massstabe abzulesen, ist dort eine einfache, während hier chemische und physikalische Voraussetzungen erfüllt sein müssen, um überhaupt etwas wie ein Resultat an den Tag zu fördern; aber es würde sehr unkritisch sein, die Einfachheit der Methode mit der Einfachheit der Erscheinung zu verwechseln.

Und wie die Athmung relativ unabhängig ist von äusseren Beeinflussungen, so ist sie überhaupt der bei Weitem selbstständigste Process im ganzen Pflanzenleben unter allen denen, wovon wir Kenntniss haben. Wenn wir eine grüne Wasserpflanze im hellen Sonnenlichte einer hohen Temperatur aussetzen, so erlischt bei einem gewissen Grade das Assimilationsvermögen; die Athmung bleibt darüber hinaus bestehen [1]. Wenn wir Blausäure dem umgebenden Wasser beimengen, so erlischt wieder das Assimilationsvermögen bei einem niedrigeren Grade des Zu-

---

[1]) Schützenberger: Compt. rend. 1873, 28. Juillet.

satzes als die mit Athmung verknüpfte Protoplasmabewegung[1]. Und wenn wir endlich der Pflanze durch Absperren vom Sauerstoff die Möglichkeit benehmen, im eigentlichen Sinne des Worts zu athmen, so tritt ein anderer, äusserlich verschiedener, aber vom Standpunkte der Verwandlung der Kräfte analoger Vorgang an dessen Stelle — ein innerer Spaltungsprocess, kenntlich an der gesteigerten Kohlensäureausscheidung: wiederum ein Zeichen dafür, mit welcher Nothwendigkeit gerade ein derartiger Process von jeder lebenden Pflanze in dieser oder jener Form vollzogen werden muss.

Aus Alledem scheint mir hervorzugehen, dass die Pflanzenathmung einer jener elementaren physiologischen Vorgänge darstellt, auf deren Suche eine rationelle Physiologie vor Allem ausgehen muss, und deren Erörterung sich vor Allem lohnt; und ich möchte daraus für mich die Berechtigung ableiten, diesem einen Vorgange so viel Aufmerksamkeit zugewendet zu haben, als in den letzten zwei Jahren in meinem Laboratorium geschehen ist.

Heidelberg, im Februar 1875.

Mittheilungen aus der physiologischen Versuchs-Station zu Tharand.

Beobachtungen und Versuche über die Wurzelbildung der Nadelhölzer.

Von

Prof. Dr. **Friedrich Nobbe**[2].

Die Ausbreitung einer Baumwurzel im Boden kann unter sehr verschiedenen Gesichtspunkten wissenschaftliches und praktisches Interesse erregen.

---

[1] Nicht veröffentlichte Versuche von mir über den Einfluss der Blausäure auf die Pflanzenathmung.

[2] Mitgetheilt aus dem Tharander forstl. Jahrb. 1875. Bd. XXV. p. 201 ff.

Die Tiefe, in welche die stärkeren Wurzeläste eindringen, beeinflusst einestheils die Widerstandsfähigkeit des Baumes gegen Windwurf, anderntheils das Bodenvolumen, aus welchem Nahrung geschöpft wird. Der eigenthümliche anatomische Bau des Wurzelholzes im Gegensatz zum gleichnamigen Stamm- und Astholz[1]; — die gesetzmässige Anordnung der Nebenwurzeln in »Orthostichen«[2], welche letztern den geometrischen Ort für die Wurzelzweige bilden, innerhalb dessen jedoch die factische Verästelung von chemischen und mechanischen Bodenverhältnissen abhängig ist[3]; — der Wachsthumsgang der Wurzeln im Verlauf des Kalenderjahres, der keineswegs mit dem Wachsthumsgange der oberirdischen Organe gleichlaufend ist[4]; — die absolute Flächenausdehnung der assimilationsfähigen Wurzelfasern; — der bodenbessernde Ernterückstand an Wurzelmasse: — dies alles sind Fragen, an welche, neben den rein wissenschaftlichen, erhebliche praktische Interessen geknüpft sind.

Bezüglich der cultivirten Holzarten sind wenigstens einige der obigen Fragepunkte oberflächlich aufgehellt. Dass die windwürfige Fichte dicht unter der Bodendecke, oft oberhalb derselben hinstreifende Wurzeläste aussendet, ist ja handgreiflich zu constatiren. Die Form und Ausdehnung des Wurzelballens nach Baumrodung und Windwurf, die Anzahl, Vertheilung und Stärke der dabei losgerissenen Wurzeläste bieten einen gewissen Anhalt für Rückschlüsse auf die Configuration der im Boden verbliebenen Wurzelreste dar. Allein im Grunde ist doch die letzterwähnte Gelegenheit, sich über die wahre Gesammtgestalt des Wurzelkörpers zu orientiren, namentlich wo es die Ausdehnung und Menge der jungen Wurzelfasern gilt, denen die Herbeiführung von Mineralstoffen und Wasser in

---

1) H. Schacht, Botan. Ztg. 1862. 408 ff. — H. v. Mohl, l. c. 225 ff.

2) J. Sachs, Physiol. Unters. über die Keimung der Schminkbohne. 1859.

3) F. Nobbe, Ueber die feinere Verästelung der Pflanzenwurzel. Landw. Vers.-Stat. 1862. Bd. IV. 212.

4) H. v. Mohl, Botan. Zeitg. 1862. S. 313 ff.

erster Linie obliegt, recht unzuverlässig. In der Regel werden die fraglichen Dimensionen erheblich unterschätzt.

Hin und wieder giebt ein Bergrutsch oder Felssturz Gelegenheit, den tieferen Verlauf der Baumwurzeln zu beobachten. So vermochten wir über dem sogenannten »Brüderwege«, am sonnigen Hange der Pastritzleite bei Tharand, die Wurzeläste der dort dürftig stockenden, mühsam in Stand gebrachten Kiefern drei bis vier Meter tief in das durch kürzlichen Absturz blossgelegte Felsgestein zu verfolgen. Eingezwängt in die wahrscheinlich durch sie selbst geschaffenen Felsritzen waren diese Wurzeläste beträchtlich abgeplattet, immerhin aber in so grosser Tiefe noch bei 8 bis 9 Millimeter Stärke 25 bis 30 Millimeter breit.

Der sicherste Weg, über das Wurzelleben der Holzpflanzen ins Klare zu kommen, ist ohne Zweifel das Experiment.

Beschränken wir uns zunächst auf das Jugendstadium der Nadelhölzer. In den Ansprüchen an den Boden, in der Verpflanzbarkeit und ihrem sonstigen Verhalten bieten die Kiefer, Fichte und Tanne Gattungsunterschiede dar, welche auf einen verschiedenen Charakter der Wurzelbildung hindeuten.

Für derartige Studien ist die Einzwingerung des Wurzelkörpers, durch Cultur in geschlossenen nicht zu engen Gefässen, unabweisbar. Aus dem unbeschränkten Raume des freien Erdbodens ist es in keiner Weise ausführbar, die Wurzeln zur Untersuchung vollständig zu gewinnen.

Die folgenden Versuche sind im Sommer 1874 ausgeführt worden.

Ein Glascylinder (A) von 5 Liter Capacität (33 Cm. Höhe) wurde mit feinem, fast absolut nährstofffreien Tertiairsande beschickt, den wir der Güte des Herrn Horst von Zehmen zu Johannisthal bei Bernsdorf, unweit Kamenz, verdanken. In diesem Boden wurden am 1. Mai je drei Fichten-, Tannen- und Kiefernpflänzchen, welche im Keimapparat 1 bis 2 Cm. lange Würzelchen gebildet, die braune Fruchthülle aber noch nicht abgeworfen hatten, in drei Gruppen eingesteckt. Der Sand wurde, ausser mit destillirtem Wasser, periodisch mit

einer sehr verdünnten Mineralstofflösung von solcher Zusammensetzung, wie sie als flüssiges Wurzelmedium angewandt junge Nadel- und Laubhölzer erfahrungsmässig gut gedeihen lässt[1]), begossen.

Ein zweiter Cylinder (B) von gleicher Grösse erhielt in ganz ähnlicher Weise je zwei Individuen derselben Arten.

Sämmtliche Pflanzen vegetirten dem äusseren Ansehen nach gut und normal.

Am 30. October wurde zur Ernte des Cylinders A verschritten.

Die Werbung des Wurzelsystems bot verhältnissmässig geringe Schwierigkeiten dar. Mittelst eines etwa 4 Mm. breiten continuirlichen Wasserstrahls[2]), der aus einer Fallhöhe von 2 bis 3 Cm. auf die Sandfläche des anfangs schräg, später horizontal gelegten Glasgefässes auffloss, gelang es in einigen Stunden, den Sand vollständig von den Wurzeln ab- und hinweg zu spülen.

Die Entwirrung des so erhaltenen Wurzelkörpers geschah in einer grossen Porzellanschale unter Wasser ohne Verlust. Nur ganz vereinzelte Fasern von 1 bis 2 Mm. Länge fanden sich schliesslich abgelöst auf der Sohle der Wanne. Ihr Betrag konnte unbedenklich vernachlässigt werden. Auch ergab die lupische und resp. mikroskopische Untersuchung, dass sämmtliche weissen Wurzelspitzen vollkommen unverletzt erhalten waren.

Nachdem die auf solche Weise isolirten neun Wurzelkörper in eben so viele mit Wasser angefüllte Glasgefässe wieder eingehängt worden, wobei sie annähernd die ursprüngliche natürliche Ausbreitung wieder adoptirten, zeigten die Wurzeln der drei Individuen einer Gattung eine so befriedigende Ueber-

---

[1]) Auf 1000 Cbcm. Wasser: 49,7 Mgrm. schwefelsaure Magnesia; 184,9 Mgrm. Chlorkalium; 514,1 Mgrm. dreibasisch phosphorsaurer Kalk; 251,3 Mgrm. salpetersaures Kali und 35,5 Mgrm. Eisenchlorid.

[2]) An die Mündung einer schwach fliessenden Brunnenröhre im Souterrain der Akademie wurde ein Gummischlauch gelegt, der in eine Glasröhre von genannter Dimension mündete und beliebig dirigirt werden konnte.

einstimmung, zugleich aber die Gattungen unter einander so wesentliche Verschiedenheiten, dass diese Abweichungen als typisch für die betreffende Holzart betrachtet werden dürfen.

Je eines der drei Exemplare wurden den Messungen der Wurzel-, Stamm- und Blattorgane geopfert, die anderen beiden zwischen Fliesspapier getrocknet. Eines der letzteren wurde auf Papier ausgebreitet, unter Glas und Rahmen gefasst und als ein schönes Demonstrationsobject den Sammlungen der Forstakademie überwiesen.

1. Wurzelmessung der einjährigen Fichte, Tanne und Kiefer.

Jede Hauptwurzel mit zugehörigen Seitenwurzeln wurde in eine Anzahl Abschnitte zerlegt, auf feuchten Glastafeln mittelst feiner Nadelstifte ausgebreitet und die Nebenwurzeln in eine zum Anlegen des Massstabes geschickte Anordnung gebracht, die erhaltenen Masswerthe dictirt. Das Ergebniss war folgendes:

a) Anzahl der Wurzelfasern.

	An der Fichte.	Tanne.	Kiefer.
Wurzeln I. Ordnung	1	1	1
» II. »	85	48	404
» III. »	162	85	1955
» IV. »	5	0	749
» V. »	0	0	26
Gesammtzahl der Wurzeln	253	134	3135

Die Fichte hat demnach nahezu die doppelte, die Kiefer die 24fache Anzahl der Wurzelfasern gebildet, welche die Tanne aufweist.

b) Länge der Wurzelfasern.

In Millimetern.

	Fichte.	Tanne.	Kiefer.
α) Länge der Hauptwurzel (I. Ordnung):	290	300	873

β) Länge der Wurzeln II. Ordnung:

	Fichte.	Tanne.	Kiefer.
Grösste Wurzel	120	36,0	245,0
Kleinste »	1,0	1,5	0,5
Mittellänge	15,67	13,25	5,77
Längensumme	1333,5	636,0	4438,5

γ) Länge der Wurzeln III. Ordnung:

	Fichte.	Tanne.	Kiefer.
Grösste Wurzel	25,0	1,5	75,0
Kleinste »	0,5	0,5	0,5
Mittellänge	1,90	0,70	3,26
Längensumme	312,5	56,0	5491,5

δ) Länge der Wurzeln IV. Ordnung:

	Fichte.	Tanne.	Kiefer.
Grösste Wurzel	1,5	—	10,0
Kleinste »	0,5	—	0,5
Mittellänge	1,00	—	2,04
Längensumme	5,0	—	1143,5

ε) Länge der Wurzeln V. Ordnung:

	Fichte.	Tanne.	Kiefer.
Grösste Wurzel	—	—	5,0
Kleinste »	—	—	0,5
Mittellänge	—	—	2,37
Längensumme	—	—	41,5

Längensumme aller Wurzelfasern:

der Fichte.	Tanne.	Kiefer.
1941	992	11988

Ist es gestattet, die vorstehenden Werthe ein Weniges abzurunden, so besagen dieselben, dass die im ersten Lebensjahre gebildeten Wurzelfasern eine Gesammtlänge besassen von

2 Meter bei der Fichte,
1 » » » Tanne,
12 » » » Kiefer,

d. h. das erstjährige Wurzelproduct der Fichte ist doppelt so lang, als das der Tanne, und die Kieferwurzel übertrifft die der Fichte um das Sechsfache, die der Tanne um das Zwölffache!

Nur die Kiefer besitzt ferner als Jährling Wurzelfasern der fünften Ordnung. Die Fichte hat wenigstens vier, die Tanne nur drei Wurzelordnungen aufzuweisen.

Von Interesse dürfte folgende kleine Uebersicht sein, in welcher für die Kiefer dargelegt ist, wie sich die Nebenwurzeln an der Hauptwurzelachse gruppiren.

Diese Wurzel war, gleich den übrigen, behufs bequemerer Messung in sechs ungleiche Abschnitte zerlegt. Auf diese Abschnitte der Hauptachse repartirt sich das gesammte System der Nebenwurzeln folgendermassen:

a) Anzahl der Seitenwurzeln.

Länge des Abschnittes Millimeter		II. Ord.	III. O.	IV. O.	V. O.	Summa
1	68	27	603	397	26	1053
2	75	37	375	126	—	538
3	133	63	413	117	—	593
4	176	100	435	109	—	644
5	176	91	122	—	—	213
6	245	86	7	—	—	93
Summa	873	404	1955	749	26	3134

b) Längen der Seitenwurzeln. (Mm.)

Länge des Abschnittes Millimeter		II. Ord.	III. O.	IV. O.	V. O.	Summa
1	68	1085	2542,5	749	41,5	4418,0
2	75	857	1040,0	144	—	2041,0
3	133	990	857,5	103	—	1950,5
4	176	943	937,0	147,5	—	2027,5
5	176	329	106,5	—	—	435,5
6	245	234,5	8,0	—	—	242,5
Summa	873	4438,5	5491,5	1143,5	41,5	11115,0

Es ist unverkennbar, dass die oberen der Bodenfläche benachbarten Regionen der Kiefernhauptwurzel — etwa bis zu 6

bis 7 Cm. Tiefe hinab, die weitaus dichteste und bis zur fünften Wurzelordnung ausstrahlende Verzweigung besitzen. Noch prägnanter tritt diese Thatsache hervor, sobald man die empirischen Rohziffern auf gleich lange Abschnitte der Hauptwurzelachse reducirt. Setzen wir die Dimension eines jeden der oben charakterisirten Wurzelabschnitte = 100 Mm., so würde die Anzahl und Länge der Nebenwurzeln, bei gleicher Dichte ihrer Anordnung, sich folgendermassen stellen:

a) Zahl der Nebenwurzeln.

Abschnitt	II. Ord.	III. O.	IV. O.	V. O.	Summa
1	39	887	584	38	1548
2	49	500	168	—	217
3	47	311	88	—	446
4	57	247	62	—	366
5	52	69	—	—	121
6	35	3	—	—	38

b) Längen der Nebenwurzeln.

Abschnitt	II. Ord.	III. O.	IV. O.	V. O.	Summa
1	1596	3739	1102	61	6498
2	1143	1534	212	—	2889
3	744	645	77	—	1466
4	536	532	84	—	1152
5	187	61	—	—	248
6	96	3	—	—	99

Die vorstehenden Ziffern geben ein recht anschauliches Bild von der Verbreitung der Kieferwurzel im Boden. Sie zeigen, wie die grösseste Anzahl der Wurzelfäden, namentlich höherer Ordnungen, in den oberflächlichsten Bodenschichten verlaufen.

Bevor wir für diese Erscheinung mit Duhamel, der an anderen Bäumen im Freien Aehnliches beobachtete, einen grössern Sauerstoffreichthum der Bodenluft in den fraglichen Erdschichten in Anspruch nehmen, haben wir uns zu erinnern, dass die Auszweigung der Wurzeln centripetal erfolgt, mit

der Wurzel selbst vorschreitend. Es sind mithin die höchstsituirten Nebenwurzeln zugleich die ältesten, und der Anblick des, wie oben erwähnt, auf Papier aufgezogenen Exemplars der Kiefernpflanze zeigt unter diesem Gesichtspunkt das wünschenswertheste Regelmass der Wurzel-Entwicklung. Der völlig gesunde und frische Charakter der jüngeren und daher noch minder verzweigten Seitenwurzeln in den tieferen Bodenschichten lässt keinen Mangel an Sauerstoff vermuthen.

Im freien Waldboden kommt allerdings die Wirkung des Sauerstoffs, der die Verwesung der organischen Substanzen und die Verwitterung der Gesteinstrümmer in den oberflächlichen Bodenschichten begünstigt, bei der notorischen Abhängigkeit der Nebenwurzelbildung von der Vertheilung der assimilirbaren Nährstoffe im Boden als förderliches Moment hinzu.

c) Die Flächenentfaltung der Wurzeln.

Die Aufnahme von Wasser und Mineralstoffen durch die Pflanzenwurzel ist ceteris paribus eine Function der Flächenausdehnung der letzteren. Die erstjährigen Wurzeln der Holzpflanzen wird man ohne wesentlichen Fehler sämmtlich als an jener Aufnahme betheiligt annehmen dürfen.

Die mikroskopische Messung einer grösseren Anzahl von Querschnitten hat für die Durchmesser der verschiedenen Wurzelordnungen unserer Versuchsbäumchen folgende mittleren Werthe ergeben.

Durchmesser der Wurzeln

in Millimetern:

	I.	II.	III.	IV.	V. Ordn.
Fichte	1,00[1]	0,69	0,33	0,30	—
Tanne	1,20	0,63	0,33	—	—
Kiefer	1,39	0,61	0,30	0,34	0,30

[1]) In den oberen verholzten Partien fand sich der Querschnitt nur zu durchschnittlich 0,54 Mm.; es war bereits das Epiblema theilweise verwest; dagegen wurden weiter abwärts stärkere Anschwellungen, bis zu 1,725 Mm. Durchmesser, gemessen.

Hiernach berechnet sich die Oberfläche der obigen Wurzeln, als eines Systems von Cylindermänteln, folgendermassen:

In Quadrat-Millimetern:

Wurzeln der	I.	II.	III.	IV.	V. Ord.	Summa
Fichte	913	2896	325	5	—	4139
Tanne	1133	1261	58	—	—	2452
Kiefer	3819	8520	6913	1224	39	20515

Es entsprechen diese Flächen einem Quadrate, dessen Seite

bei der Fichte	Tanne	Kiefer
64,33	49,52	143,23 Millimeter.

Die vorstehenden Wurzelwerthe gewinnen ihre richtige Bedeutung erst, wenn wir sie in Beziehung setzen mit den zugehörigen Flächen der oberirdischen grünen Organe.

2. Oberflächen der grünen Organe der Tanne, Fichte und Kiefer.

Wir haben hierfür an unseren Versuchspflanzen folgende Grössen ermittelt:

1. Fichte. — Das hypokotyle Stammglied ist 22,5 Mm. lang und hat einen mittleren Durchmesser von 0,85 Mm. — Die (beblätterte) Stammachse ist 24,5 Mm. lang und 0,85 Mm. dick. — 10 Kotyledonen von 13,5 Mm. mittlerer Länge (unter Vernachlässigung ihrer 1,5 Mm. betragenden prismatischen Spitze) und 0,55 Mm. langer grossen und 0,375 Mm. langer kleinen Querachse. — 64 Blätter von 15,5 Mm. Länge. Querschnitt gleich dem der Kotyledonen. Daraus berechnet sich eine Oberfläche von:

Hypokotyles Glied .	60,186	Quadrat-Millimeter,
Stammachse . . .	64,536	» »
10 Kotyledonen . .	170,910	» »
64 Nadeln	1,255872	» »
Summa	1,551,504	Quadrat-Millimeter,

entsprechend einem Quadrat von 39,39 Mm. Seite.

2. Tanne. — Hypokotyles Glied: 47 Mm. lang, 1,25 Mm. stark. — Stammachse: 10,0 Mm. lang, 1,00 Mm. stark. — 5 Kotyledonen i. M. 27 Mm. lang, 2,00 Mm. breit. — 5 Primordialblättchen[1] i. M. 12,5 Mm. lang, 1,75 Mm. breit. — 18 Nadeln von durchschnittlich 9,0 Mm. Länge und 1,50 Mm. Breite.

Oberfläche:

Hypokotyles Stammglied	174,886	Quadrat-Millimeter,	
Stammachse.	31,470	»	»
5 Kotyledonen . . .	540,000	»	»
5 Primordialblätter . .	218,750	»	»
18 Blätter	486,000	»	»
Summa	1,451,106	Quadrat-Millimeter,	

entsprechend einem Quadrat von 38,09 Mm. Seite.

3. Kiefer. — Hypokotyles Stammglied: 54 Mm. lang, 1,53 Mm. i. M. Durchmesser. — Stammachse: 42 Mm. lang, 1,53 Mm. Durchmesser. — 13 Kotyledonen: 11,5 Mm. lang[2], 0,866 Mm. breite, 0,740 Mm. schmale Seite. — 99 Primordialblätter: i. M. 22,0 Mm. (schwankend zwischen 5 und 40 Mm.) lang und 0,85 Mm. Seite.

Oberfläche:

Hypokotyles Stammglied	260,005	Quadrat-Millimeter,	
Stammachse	222,226	»	»
13 Kotyledonen . . .	533,715	»	»
99 Primordialblätter . .	3,288,780	»	»
Summa	4,304,726	Quadrat-Millimeter,	

entsprechend einem Quadrat von 65,61 Mm. Seite.

Aus vorstehenden Berechnungen resultirt ein annäherndes Flächenverhältniss der drei Gattungen von

[1] Der innere Blattkreis der keimenden Tanne wird mit Unrecht zu den Kotyledonen gerechnet. Letztere führen die Spaltöffnungen und Oelstriemen auf der Oberseite; erstere dagegen, die überdies in der Regel weit kürzer sind, gleich den eigentlichen Blättern auf der Unterseite.

[2] Schwankungen zwischen 15 und 20 Mm. Bei der Ernte bereits welk; die der Fichte und Tanne noch frisch grün.

	Tanne		Fichte		Kiefer
für die oberirdischen Organe . .	100	:	107	:	297
» » Wurzeln	100	:	168	:	837

Es verhalten sich die Flächen der oberirdischen Organe zu denen der unterirdischen:

bei der Tanne	Fichte	Kiefer
= 100 : 169	100 : 267	100 : 477

Die Gesammtoberfläche der erstjährigen Pflanze beträgt:

	bei der Tanne		Fichte		Kiefer	
	3903		5690		24,820	Quadrat-Millimeter,
=	100	:	146	:	636	

Das Ergebniss der obigen Untersuchungen lässt sich nun dahin zusammenfassen: Die Bewurzelung der fraglichen drei Nadelhölzer differirt in der Jugend in der Art, dass die Kiefer eine 24mal grössere Anzahl von Wurzelfasern und eine 8mal grössere aufnehmende Wurzelfläche erzeugt, als die Tanne, und dass sie die Fichte in den gleichen Beziehungen um das Zwölf- resp. Fünffache übertrifft.

Die bekannte »Genügsamkeit« der Kiefer, ihr Gedeihen auf sterilem Sandboden reducirt sich hiernach auf die Fähigkeit, einen grossen Erdkörper auf seine spärlich vertheilten Nährstoffe und Wasser wirksam auszubeuten und dort zu gedeihen, wo die junge Fichte und Tanne einfach verdursten und verhungern. Sie beherrscht bereits im Alter von sechs Monaten einen Bodenraum, der ideal betrachtet einem umgekehrten Conus von 80 bis 90 Centimeter Höhe und fast 2000 Quadrat-Centimeter Grundfläche gleicht.

Auch die Schwierigkeit, welche die Kiefer der Verpflanzung entgegensetzt, begreift sich nach Obigem vollkommen. Es wird ein verhältnissmässig grosser Bruchtheil der Wurzeln beim Verpflanzen im Boden zurückgelassen, und die versetzte Pflanze vermag das so erzeugte Missverhältniss zwischen den ober- und unterirdischen Organen nur schwer zu verwinden. Manches Individuum geht daran zu Grunde. Dazu kommt, dass die Kieferwurzeln ein wesentlich schwächeres Reproduc-

tionsvermögen für zerstörte Wurzelfasern besitzen, als beispielshalber die Fichtenwurzeln. Bei letzteren pflegt dicht über der abgestorbenen Wurzelfaser eine neue kräftige Wurzel hervorzutreiben, die oft in Folge mächtiger Parenchym-Entwicklung knollenförmig angeschwollen erscheint. In der beistehenden Figur 5 ist rechts eine derartige Fichtenwurzel in natürlicher Grösse abgebildet, links $3^1/_2$fach vergrössert. Die schwarzen Fäden bezeichnen abgestorbene, die conturirten neugebildete Fasern.

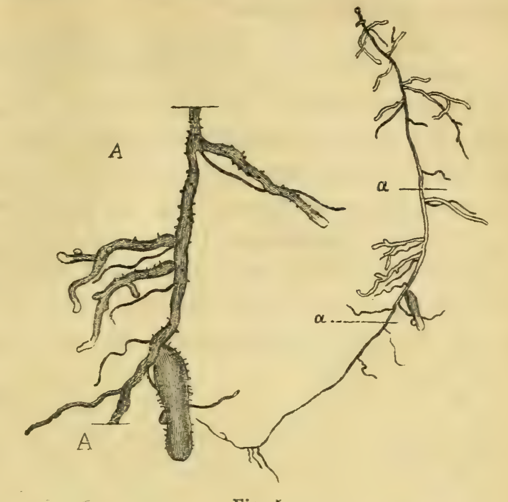


Fig. 5.

Dagegen war uns das Ergebniss von der Tannen- und Fichtenwurzel einigermassen überraschend. Wir hatten in der That grösseren Unterschieden zu begegnen erwartet. Hat auch die vielgerühmte »Sturmfestigkeit« der Tanne im Vergleich zur Fichte in den Jahren 1868 und 1870 einen kleinen Stoss erlitten, so glaubt man doch allgemein, und wohl mit Grund, die Wirkungen eines Orkans nicht als massgebend ansehen zu sollen. Gewiss ist, dass die Tanne im ersten Jahre ihre Wurzeln nicht wesentlich tiefer in den Boden hinab erstreckt, als die Fichte. Ohne Zweifel erfährt die Wurzel der letzteren erst im späteren Alter, d. h. in grösseren Bodentiefen, jene Widerstände (etwa in Folge eines besonders grossen Sauerstoffbedarfs), welche den Schwerpunkt der Wurzelbildung bei dieser Holzart in die oberflächlichen Bodenregionen verlegen.

Die Pflanzen des oben erwähnten Cylinders *B* sind zurückgestellt und sollen unter geeigneter Vergrösserung des Wurzel-

raums nach Ablauf des zweiten Vegetationsjahres in Untersuchung gezogen werden.

Man könnte nun vielleicht geneigt sein, die hohe Ueberlegenheit der Kiefer auf den dieser Gattung besonders zusagenden Versuchsboden — sehr homogenen, feinkörnigen, dazu reich gedüngten Sand — zurückzuführen. Denn einen anderen, aus der Beschränkung der Messungen auf je ein Individuum herzuleitenden Einwand können wir im gegebenen Falle, mit Rücksicht auf die vollkommene Uebereinstimmung der je drei gleichnamigen Individuen, auf die Grösse der Unterschiede, welche die Gattungen als solche darboten, und auf die absolute Identität der Vegetationsbedingungen für alle neun Versuchspflanzen nicht anerkennen.

Es ist richtig, dass sich unsere Kiefern in dem Versuchsmedium sehr wohl befunden und mehr als mittlere Pflanzen geliefert haben. Allein auch die Fichten und Tannen haben in demselben Boden eine nicht minder gedeihliche Existenz geführt.

Zu vorstehendem Urtheil berechtigt uns die comparative Untersuchung gleich alter, auf dem Saatbeet erwachsener Kiefern- und Fichtenpflänzchen.

Es standen für diese Vergleichungen acht Stück Kiefern und eine grössere Anzahl Fichtensämlinge zur Verfügung. Erstere wurden uns von Herrn Forstinspector Meschwitz zu Dresden, letztere von Herrn Oberförster Dost zu Gryllenburg gütigst vermittelt. Tannenpflanzen waren rechtzeitig nicht zu erlangen.

Die Pflanzen waren erbeten worden unter Betonung eines mittleren Vegetationscharakters und eines thunlichst wohlerhaltenen Wurzelkörpers. Bezüglich der Kiefern hatte Herr Forstinspector Meschwitz die Güte, folgende nähere Auskunft zu ertheilen:

»1. Die Pflanzen haben wenig gedrängt, gewissermassen einzeln gestanden;

2. Aussaat am 6. Mai (per Are 1 Kilogramm), Ernte am 22. November 1874;

3. Lage eben, Schlag von 1873, Antrieb einer III. Kiefer-

klasse, 5. Bonität, III. Standortsklasse, tiefgründiger Sandboden, im Frühjahr 1874 20 bis 25 Cm. tief rajolt, unter vorheriger Wegnahme der Bodenstreu und Untergrabung der dünnen Dammerdeschicht.«

Was zunächst die Wurzelbildung der Controlpflanzen betrifft, so war das disponible Material für eine exacte Untersuchung begreiflich nicht geeignet, da trotz der offenbar sehr sorgfältig erfolgten Aushebung die Haupt- und Nebenwurzeln durchgängig abgerissen waren; doch liessen sich immerhin Anhaltspunkte feststellen.

Die Saatbeet-Kiefern besassen eine Hauptwurzel von 240 bis 260 Mm. Länge. Da überall die Spitze fehlte, ist über die absolute Ausdehnung nichts auszusagen. Auch die Seitenwurzeln waren fast alle unvollständig erhalten, doch wurde eines der Wurzelfragmente zweiter Ordnung zu 160 Mm. Länge bestimmt. Wurzeln der vierten Ordnung waren zahlreich nachzuweisen, und es ist keinem Zweifel unterworfen, dass solche fünfter Ordnung vorhanden gewesen. Ueberhaupt waren die Wurzeln der Saatbeet-Kiefern denen der obigen Versuchs-Kiefern durchaus ähnlich gebildet, — bis auf einen sehr schlängeligen Verlauf und eine ungleichmässigere Gruppirung der Nebenwurzeln: Erscheinungen, welche lediglich dem weniger homogenen Medium und der ungleichmässigen Localisirung der Nährstoffe in demselben zuzuschreiben sind. Die an den Versuchs-Kiefern, Fichten und Tannen wohl erkennbare zweizeilige Anordnung der Nebenwurzeln sämmtlicher Ordnungen war daher an den Saatbeetpflanzen weniger deutlich.

Nicht ganz so übereinstimmend erwies sich das Wurzelsystem der Fichten vom Saatbeet mit jenem der Versuchspflanzen. Sie besassen höchstens 92 Mm. lange (unversehrte) Hauptwurzeln; die längste (unverletzte) Wurzel zweiter Ordnung mass 75 Mm., ragte jedoch, da sie nur 30 Mm. oberhalb der Spitze der Hauptwurzel entsprang, über letztere hinaus: ein bei der Saatbeetfichte nicht seltener Fall. Die dritte Wurzelordnung war lediglich durch Fasern von 1 bis 3 Mm. Länge repräsentirt; solche vierter Ordnung fehlten.

Von den oberirdischen Organen der Freilandpflanzen ist Folgendes zu berichten:

Kiefer. Hypokotyles Stammglied 35 Mm., mit 1,195 Mm. Durchmesser; Stammachse 14 Mm.; 5 verwelkte Kotyledonen; 52 einfache Primordialblätter; 4 Achselknospen, davon zwei bereits entfaltet mit a) 24, b) 13 einfachen, platten, sägezähnigen Blättchen. — Blätter im Maximum 32 Mm. lang; im Allgemeinen etwas kürzer und breiter, als die der oben analysirten Versuchs-Kiefer. An einem Durchschnittsexemplar fand sich die Blattbreite an der Basis zu 1,220 Mm.; in der obern Partie — 2 bis 3 Mm. unterhalb der Blattspitze — zu 0,800 Mm., im Mittel 1,010 (rund 1,0) Mm.

Fichte. Hypokotyles Stammglied 20 bis 25 bis 30 Mm.; Stammachse 6 bis 13 Mm., einschliesslich der Endknospe. — Auch hier sind die Winterknospen zum Theil halb geöffnet mit 1 bis 2 Mm. langen Blättchen, andere schwellend, im Begriff sich zu öffnen. — 8 noch dunkelgrüne Kotyledonen, 8 bis 14 (i. M. 12) Mm.; 28 Primordialblätter von 5 bis 10 (i. M. 8) Mm. Länge.

Betrachten wir schliesslich

3. die Stoffproduction der erstjährigen Tanne, Fichte und Kiefer,

wie sie in dem Erntegewicht an trockener Pflanzensubstanz zum Ausdruck gelangt.

Bei 100 Grad C. getrocknet stellte sich für ein Durchschnitts-Individuum heraus (a bezeichnet die Versuchspflanze, b die vom Saatbeet):

	Fichte		Tanne	Kiefer		
	a	b	a	a	b	
Stamm	12,0	9,2	28,0	71,0	42,0	Milligramm,
Blätter	45,0	22,3	54,0	164,0	137,0	»
Wurzel	63,0	—	90,0	222,0	—	
	120,0	—	172,0	457,0	—	Milligramm.

Man ersieht zunächst, dass die Versuchspflanzen in Stamm und Blättern die des freien Landes übertreffen. Die Kiefer

erscheint als die höchst productive, die Fichte nimmt die dritte Stelle ein. Es ist jedoch hierbei das verschiedene Samengewicht in Rechnung zu ziehen, da die ersten organischen Bildungen im Keimprocess auf Kosten der Reservestoffe, welche im Samen deponirt waren, erfolgen. Bringt man aber das Trockengewicht eines von der Fruchthülle befreiten Samens, welches für das von uns verwendete Saatgut befunden wurde zu:

Fichte	Tanne	Kiefer	
5,7	21,0	5,5	Milligramm,

unter Vernachlässigung des kleinen Gewichtsverlustes, welchen die Samensubstanz beim Keimen erleidet, von der schliesslich geernteten Trockensubstanz in Abzug, so bleibt als Product selbstthätiger Assimilation bei der

	Fichte	Tanne	Kiefer	
	114,3	151,0	451,5	Milligramm.
d. i. das	20-	7-	82fache	

des Gewichts eines betreffenden Samenkorns; wonach die Tanne als die weitaus productionsschwächste, die Kiefer als die productionskräftigste der drei Gattungen im ersten Lebensjahre sich bethätigt.

Zugleich erhellt, dass der jugendlichen Raschwüchsigkeit der Kiefer, dem zögernden Wachsthumsschritte der jungen Tanne und der Mittelstellung, welche die Fichte in dieser Beziehung einnimmt, ein gleiches Verhalten der Wurzeln entspricht. Das relative Verhältniss der Wurzeln, Blätter und Stammachsen ist bei den drei Gattungen nicht wesentlich verschieden. Die Wurzelmasse bildet ungefähr die Hälfte der gesammten Stoffproduction. Letztere = 100 gesetzt, entfallen auf die einzelnen Organe folgende Grössen:

	Fichte	Tanne	Kiefer
Stamm	10,00	16,28	15,54
Blätter	37,50	31,40	35,89
Wurzeln	52,50	52,32	48,57
Summa	100,00	100,00	100,00

Ueber die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Futter-Rüben.

Von

Prof. **E. Schulze** und Dr. **A. Urich.**

(Aus dem agriculturchem. Laboratorium des Polytechnicums in Zürich; Ref. E. Schulze.)

Wohl jeder Fachgenosse wird uns beistimmen, wenn wir behaupten, dass der Mangel genauerer Kenntnisse über die chemische Zusammensetzung der Pflanzen ein wesentliches Hinderniss für das Fortschreiten der Agriculturchemie bildet.

Wie oft werden z. B. wichtige Schlüsse auf die Zahlen gegründet, welche für den Protein-Gehalt der Futtermittel gefunden worden sind und wie wenig zuverlässig sind im Allgemeinen diese Zahlen!

Die allgemein übliche Methode zur Bestimmung des Proteingehalts einer pflanzlichen Substanz besteht ja bekanntlich darin, dass man denselben durch Multiplication des analytisch ermittelten Stickstoffgehalts mit einem constanten Factor (6,25) berechnet. Dieses Verfahren würde nur dann einwurfsfrei sein, wenn erstens alle Proteinsubstanzen den gleichen Stickstoffgehalt (16 %) besässen und wenn zweitens der gesammte Stickstoff nur in Form von Proteinstoffen in den Pflanzen sich fände.

Dass die erstere Voraussetzung nicht streng richtig ist, geht z. B. aus den Resultaten der Ritthausen'schen Untersuchungen hervor [1]; die Proteinstoffe, welche derselbe aus den verschiedenen Samen dargestellt hat, zeigten im Stickstoffgehalt nicht unbedeutende Abweichungen von der bisher angenommenen Durchschnittszahl. Eben so wenig kann die zweite der obigen

---

[1] Die Eiweisskörper der Getreidearten, Hülsenfrüchte und Oelsamen, Bonn 1872.

Voraussetzungen als eine genau zutreffende bezeichnet werden; es giebt wohl nur wenig pflanzliche Substanzen, welche nicht neben Proteinstoffen auch stickstoffhaltige Substanzen anderer Art enthalten.

Das Verhältniss, in welchem die Quantität der letzteren zur vorhandenen Proteinmenge steht, ist aber ohne Zweifel sehr verschieden bei verschiedenen vegetabilischen Substanzen. In den Samenkörnern der Cerealien und Leguminosen z. B. finden sich grosse Mengen von wohl charakterisirten Proteinstoffen, während nicht proteinartige stickstoffhaltige Körper, wenn sie überhaupt vorhanden sind, doch jedenfalls nur in sehr zurücktretender Menge vorkommen[1]. Hier also wird die Berechnung des Proteingehalts aus dem Stickstoff ziemlich genau treffende Resultate liefern, besonders wenn man den Multiplicationsfactor je nach dem Stickstoffgehalt modificirt, welchen Ritthausen für die Proteinstoffe der einzelnen Samen-Arten gefunden hat.

Anders liegt die Sache dagegen bei den Knollen und Wurzeln, also z. B. bei den Kartoffeln und Rüben. Man kann aus denselben nur verhältnissmässig geringe Mengen von Stoffen abscheiden, welche man nach ihren Eigenschaften als Proteinsubstanzen ansprechen darf, während andrerseits das Vorkommen von stickstoffhaltigen Stoffen andrer Art, z. B. Amiden (Asparagin und Asparaginsäure), von organischen Basen (Betaïn) in nicht unbedeutender Menge hier bestimmt nachgewiesen ist[2]. Es ist also zu vermuthen, dass man bei diesen Substanzen einen bedeutenden Fehler begeht, wenn man den Proteingehalt durch Multiplication des Stickstoffs mit 6,25 berechnet.

---

[1]) In den Wicken-Samen fand Ritthausen eine stickstoffhaltige, asparagin-ähnliche Substanz in geringer Menge; auch enthalten dieselben anscheinend Amygdalin (ebenso wie die Samen der bitteren Mandeln und des Ricinus). In den Lupinen-Körnern finden sich nach den Untersuchungen von Beyer, Eichhorn und Siewert stickstoffhaltige Alkaloide. In den Samen der Cerealien scheinen dagegen nicht proteinartige stickstoffhaltige Körper kaum vorzukommen.

[2]) In den Rüben finden sich bekanntlich auch salpetersaure Salze, die sich aber leicht bestimmen und aus der Rechnung eliminiren lassen.

Ueber die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Rauhfutterstoffe haben wir leider bis jetzt gar keine genaueren Kenntnisse. Wir können daher nicht einmal eine Vermuthung darüber äussern, wie gross hier der Fehler ist, den man bei Ermittlung des Proteins nach der üblichen Methode macht.

Die Schwierigkeiten, welche einer genaueren Erforschung der stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile entgegenstehen, sind sehr gross. Giebt es doch für einen Chemiker kaum eine schwierigere Aufgabe, als die, ein Gemenge von schlecht oder gar nicht krystallisirenden Substanzen in seine einzelnen Glieder zu zerlegen! Zudem genügt es gar nicht, die einzelnen Stoffe für sich darzustellen, sondern für unsere Zwecke ist es nothwendig, die Quantitäten wenigstens annähernd festzustellen, in denen sie in den verschiedenen Pflanzen sich finden. Es liegt indessen auf der Hand, dass schon viel gewonnen sein würde, wenn es gelänge, die in einer Pflanzensubstanz enthaltenen Proteinsubstanzen zu sondern von den stickstoffhaltigen Stoffen anderer Art, und die letzteren wieder in einzelne Gruppen zu zerlegen, über deren Quantität man sich Aufschluss verschaffen könnte (z. B. in Amide, Alkaloide u. s. w.), — wenn auch zunächst nicht entschieden würde, welche einzelnen Stoffe in einer jeden Gruppe vorkamen. Zur Lösung einer solchen Aufgabe lassen sich schon eher die nöthigen Hülfsmittel finden.

Wir haben von diesem Gesichtspunkte aus eine Untersuchung der in den Runkelrüben enthaltenen Stickstoff-Verbindungen ausgeführt und theilen die Resultate, zu denen wir gekommen sind, im Folgenden mit.

Zu unsern Untersuchungen dienten 2 Sorten von Runkelrüben, welche im Folgenden mit A und B bezeichnet sind. Beide stammten aus der Umgebung von Zürich und waren nach ihrem Aeussern als runde, dicke, gelbe Rüben zu bezeichnen. Die Sorte A war auf leichtem Boden gewachsen und hauptsächlich mit Gülle gedüngt worden; B stammt von Kiesboden; die Düngung bestand aus Stallmist. Von einer jeden Sorte wurden 2 Exemplare (von mittlerer Grösse) möglichst vollstän-

dig auf ihren Gehalt an den verschiedenen stickstoffhaltigen Stoffen untersucht; zu einzelnen Bestimmungen wurden noch andere Exemplare zu Hülfe genommen.

Für den Zweck unserer Untersuchungen war es recht erwünscht, dass die beiden Rüben-Sorten im Stickstoffgehalt sehr bedeutend differirten; A ist als eine ziemlich stickstoffreiche, B dagegen als eine stickstoffarme Sorte zu bezeichnen.

I. Gehalt der untersuchten Rüben an Mark, Saft und Trockensubstanz.

Um die Vertheilung des Stickstoffs auf Mark und Saft kennen zu lernen, haben wir den Gehalt an diesen Bestandtheilen im Untersnchungsmaterial ermittelt.

Zur Bestimmung des Marks wurde ein 110 bis 130 Grm. schweres Stück der geschälten Rübe abgewogen, auf einer scharfen Reibe fein zerrieben, der Brei mit Wasser vollständig ausgewaschen, das zurückbleibende Mark 20 Stunden lang bei 110° getrocknet und gewogen (beim Auswaschen des Rübenbreis verfuhren wir genau in der vom Referenten in einer früheren Arbeit beschriebenen Weise[1]; wir können wohl auf die damalige Mittheilung verweisen). Die Differenz zwischen dem Gewicht der frischen Rübensubstanz und dem Gewicht des daraus erhaltenen Marks wurde als Saft gerechnet[2].

Zur Darstellung des Safts wurde ein anderes Stück der gleichen Rübe gerieben, der Brei in ein Colirtuch eingeschlagen und ausgepresst. Den ablaufenden Saft liessen wir noch einmal durch einen lockeren Bausch von Glaswolle hindurchlaufen, um etwa vorhandene Markfasern zu beseitigen, filtrirten ihn aber nicht durch Papier. Er war nämlich nach dem Abpressen stets etwas trübe; die in demselben suspendirten Substanzen

---

[1]) H. Schultze und E. Schulze, Beiträge zur Kenntniss des Nährwerths und der Zusammensetzung der Rüben, diese Zeitschrift, B. IX, S. 434.

[2]) Diese Methode der Saftbestimmung ist mit einem Fehler behaftet; denn in der frischen Rübe ist das Mark nicht in trocknem Zustande enthalten, sondern es ist mit Wasser imbibirt. Für unsere gegenwärtigen Betrachtungen ist dieser Fehler jedoch ziemlich bedeutungslos.

würden bei einer Filtration durch Papier theilweise oder vollständig entfernt worden sein, während sie doch offenbar dem Safte eigenthümlich sind.

Um den Trockengehalt des Safts zu bestimmen, wurden 10 CC. davon in einem gewogenen Platinschälchen im Wasserbade eingedunstet; der Rückstand wurde im luftverdünnten Raum vollständig ausgetrocknet. Wir brachten das Platinschälchen mit dem Rückstand zu diesem Zweck in einer mit heissem (auf 110^0 erwärmten) Sand gefüllten Schale unter den Recipienten der Luftpumpe, pumpten die Luft aus und wiederholten diese Operation, bis das Gewicht des Rückstands sich nicht mehr verminderte. Diese Art der Austreibung ist etwas langwierig, gewährt aber wohl die grösste Garantie für vollständige Entfernung des Wassers; es gelingt so, den Saft-Rückstand in eine zerreibbare Masse überzuführen[1].

Der Gehalt der Rüben an Gesammttrockensubstanz wurde nicht direct bestimmt, sondern aus dem Trockengehalt des Safts und des Marks berechnet.

Die Resultate, welche bei den im Vorhergehenden beschriebenen Bestimmungen erhalten wurden, sind in der nachfolgenden kleinen Tabelle zusammengestellt:

Bezeichnung der Rüben	Gehalt der Rüben		Trockengehalt	
	an Mark %	an Saft %	der ganzen Rübe %	des Safts %
A. 1	2,20	97,80	10,09	8,07
A. 2	2,32	97,68	10,37	8,00
B. 1	2,36	97,64	13,63	11,54
B. 2	2,04	97,96	12,66	10,84

[1]) Die früher von uns angewendete Methode (Austrocknung des Safts in einer U-förmigen Trockenröhre im Wasserstoffstrom) hat allerdings in so fern einen Vortheil, als dabei eine Einwirkung des Sauerstoffs der Luft auf den eintrocknenden Saft unmöglich gemacht wird. Indessen ist ein durch diese Einwirkung bei der Trockengehalts-Bestimmung entstehender Fehler wohl ohne Zweifel sehr klein.

II. Die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Safts.

Wenn man Rübensaft auf 80 bis 100° erhitzt, so scheidet sich aus demselben ein graues flockiges Coagulum aus. Ein Zusatz von einigen Tropfen einer verdünnten Säure befördert die Ausscheidung und bewirkt, dass der abgeschiedene Niederschlag sich gut filtriren lässt. Aus dem klaren Filtrat erfolgt auf weiteres Kochen oder weiteren Säurezusatz keine Ausscheidung mehr.

Dass der so entstandene Niederschlag Eiweisssubstanzen enthält, darauf deutet schon der allgemeine Habitus desselben hin; auch giebt er die bekannten Eiweissreactionen (z. B. färbt er sich roth, wenn er mit Zuckerlösung und Schwefelsäure vermischt wird). Andrerseits aber ist es von vorn herein unwahrscheinlich, dass der Niederschlag nur aus Eiweiss besteht. Man weiss ja, dass beim Erhitzen eines Pflanzensafts das coagulirende Eiweiss häufig andre Substanzen mit niederreisst. Verschiedene Umstände deuten darauf hin, dass solches auch in diesem Falle geschieht. Der Saft unserer Rüben war in dem Zustande, wie er zu den Bestimmungen verwendet wurde, nicht klar, sondern schwach getrübt in Folge eines Gehalts an suspendirten Stoffen. Die letzteren (über deren Natur wir keine Kenntnisse haben) gehen in den Eiweissniederschlag ein. Ferner findet sich im Rübensaft stets ein Körper, welcher sich in Berührung mit der Luft roth, schliesslich schwarz färbt; auch dieser nicht näher gekannte Stoff wird mit dem Eiweiss niedergeschlagen und bewirkt, dass das Coagulum sich beim Abfiltriren und Trocknen dunkel färbt.

Wenn man also den beim Erhitzen des Rübensafts unter Säurezusatz erhaltenen Niederschlag trocknet und wiegt, so werden die so gefundenen Zahlen nicht genau dem Gehalt des Safts an coagulirbarem Eiweiss entsprechen. Richtigere Zahlen wird man erhalten, wenn man den Stickstoffgehalt des Niederschlags bestimmt und aus demselben durch Multiplication mit 6,25 das Eiweiss berechnet.

Man kann zur Ermittlung dieses Stickstoffgehalts entweder den directen Weg einschlagen oder man kann denselben aus

dem Stickstoffgehalt des Safts vor und nach der Coagulation des Eiweisses berechnen. Der letztere Weg ist der bequemere; denn der eiweisshaltige Niederschlag besitzt Eigenschaften, welche seine weitere Verarbeitung sehr unbequem machen; er trocknet auf dem Filter zu einer fest zusammenhängenden Masse ein, welche sich vom Papier nicht gut ablösen lässt.

Wir haben daher in der letzteren Weise den Gehalt des Safts an Eiweiss ermittelt, haben aber daneben zum Vergleich auch das Gewicht des eiweisshaltigen Niederschlags bestimmt. Wir führten diese Bestimmungen in folgender Weise aus:

25 CC. Saft wurden in einem kleinen Becherglas auf c. 80° erhitzt und dann mit 1 oder 2 Tropfen verdünnter Essigsäure versetzt. Der ausgeschiedene Niederschlag wurde auf ein gewogenes Filter gebracht, mit Wasser vollständig ausgewaschen, bei 110° getrocknet und gewogen. Die im gleichen Saft ausgeführten Bestimmungen stimmten unter einander stets sehr gut überein.

Um den Stickstoffgehalt des eiweisshaltigen Safts zu erfahren, wurden 10 CC. davon in einem Porcellanschälchen bis fast zur Trockne eingedunstet, der Rückstand mit Gyps aufgerieben und in der üblichen Weise mit Natronkalk verbrannt.

Zur Darstellung von albuminfreiem Saft[1]) wurden 200 CC. Saft auf c. 80° erhitzt und mit einigen Tropfen verd. Essigsäure versetzt; nach dem Erkalten füllten wir die Flüssigkeit auf 250 CC. auf und filtrirten durch ein trocknes Filter. Vom Filtrat wurden 10 oder 15 CC. im Wasserbade eingedunstet und der Rückstand nach dem Aufreiben mit Gyps zur Stickstoffbestimmung verwendet.

Die so erhaltenen Zahlen (berechnet in Procenten des frischen Safts) stellen wir in der folgenden Tabelle zusammen:

---

[1]) Mit diesem Namen wollen wir der Kürze halber im Folgenden den vom coagulirbaren Eiweiss befreiten Saft bezeichnen, ohne damit entscheiden zu wollen, ob das Coagulum nur Albumin, oder auch andere Eiweissstoffe enthielt.

Bezeichnung der Rüben	a. Stickstoffgehalt des Safts nach Coagulation des Eiweisses %	b. Stickstoffgehalt des frischen Safts %	Differenz a — b. (Stickstoff im coagulirten Eiweiss) %	Eiweiss, aus der Differenz a — b berechnet %	Gewicht des eiweisshaltigen Niederschlags %	Von 100 Th. des im frisch. Saft enthaltenen Gesammtstickstoffs waren in Form von coagulirb. Eiweiss vorhanden
A. 1	0,2282	0,1916	0,0366	0,229	0,360	16,04 Th.
A. 2	0,2191	0,1802	0,0389	0,243	0,374	17,71 »
B. 1	0,1403	0,0950	0,0453	0,283	0,421	32,29 »
B. 2	0,1277	0,0977	0,0300	0,188	0,357	23,49 »

Aus den vorstehenden Zahlen ist zu ersehen, dass die aus der Stickstoffdifferenz berechneten Eiweissprocente weit niedriger sind, als die durch Wägung des eiweisshaltigen Niederschlags gefundenen Zahlen; dass also dieser Niederschlag beträchtliche Mengen von Stoffen anderer Art eingeschlossen haben muss. Ferner ergiebt sich, dass der Saft unserer Rüben relativ geringe Mengen von coagulirbarem Ergebniss enthielt; nur 16 bis 32 % vom Gesammtstickstoff waren in solcher Form vorhanden.

Der vom Eiweisscoagulum abfiltrirte Saft konnte noch proteinartige nicht coagulirbare Substanzen enthalten. Er gab allerdings keine Eiweissreactionen mehr; indessen ist es wohl fraglich, wie weit in einem derartigen Gemenge die Empfindlichkeit dieser Reactionen reicht. Zur weiteren Prüfung haben wir die stickstoffhaltigen Bestandtheile desselben auf ihre Diffusibilität untersucht.

Bekanntlich hat Graham entdeckt, dass thierische Proteinstoffe nicht die Fähigkeit besitzen, durch vegetabilische oder thierische Membranen hindurchzudiffundiren, (oder dass doch wenigstens die Diffusion derselben ausserordentlich langsam stattfindet [1])). Das Gleiche haben Ritthausen und Dittmar

[1]) Von reinem Albumin diffundirten in 11 Tagen nur 2,6 % durch Pergamentpapier.

für die vegetabilischen Proteinsubstanzen nachgewiesen[1]. Dies Verhalten der Proteinstoffe giebt also ein Mittel ab, sie bis zu einem gewissen Grade von den diffusibeln Stoffen zu trennen, welche mit ihnen zugleich in einer Lösung zich finden.

Wir verfuhren in folgender Weise: 25 CC. des albuminfreien Safts wurden auf einen Dialysator gebracht, welcher aus einem mit Pergamentpapier überbundenen Guttaperchаringe bestand[2]. Derselbe wurde in eine Glasschale auf destillirtes Wasser gesetzt. Am Boden der Schale befand sich ein aus Glasstäben verfertigtes Dreieck, welches dem Dialysator nur bis zu einer geringen Tiefe einzusinken gestattete. Der Apparat wurde in einem ungeheizten Zimmer aufgestellt.

Wir liessen die Diffusion c. 60 Stunden dauern; während dieser Zeit wurde das Wasser in der Glasschale zweimal erneuert. Dann wurde die auf dem Dialysator gebliebene Flüssigkeit (welche die nicht diffusibeln Stoffe enthielt) in eine Porcellanschale gebracht und zur Trockne verdunstet; der Rückstand wurde mit Gyps aufgerieben und zur Stickstoffbestimmung verwendet. Wir erhielten in solcher Weise folgende Resultate[3]:

Bezeichnung der Rüben	In Procenten des frischen Safts			Von 100 Th. des im albuminfreien Saft enthaltenen Stickstoffs gingen in das Diffusat über
	Stickstoff im albuminfreien Saft %	Stickstoff in diffusibeln Verbindungen %	Stickstoff im nicht diffundirten Rückstand %	%
A. 3	0,2174	0,2000	0,0174	92,00
A. 4	0,2134	0,2090	0,0044	97,94
B. 1	0,0950	0,0882	0,0068	92,83
B. 2	0,0977	0,0922	0,0055	94,56

1) Ritthausen, die Eiweisskörper, S. 247.

2) Das angewendete Pergamentpapier wurde sorgfältig auf seine Dichtigkeit geprüft; die vorhandenen Fehlstellen besserten wir in der von Fresenius empfohlenen Weise mit Firniss aus.

3) Bei der Rübensorte A wurden die Diffusionsversuche nicht mit dem Saft der zu den übrigen Bestimmungen benutzten Exemplare 1 und 2, sondern mit dem Saft zweier andrer Exemplare angestellt.

Vom Stickstoff des albuminfreien Safts waren also 92 bis 98 % in Verbindungen vorhanden, welche in 60 Stunden durch Pergamentpapier diffundirten. Da nun unter den angegebenen Verhältnissen eine vollständige Erschöpfung des Dialysatorinhalts an diffusibeln Substanzen natürlich nicht stattfinden konnte (es wäre dazu noch häufigere Erneuerung des Wassers in der Glasschale erforderlich gewesen), so darf man wohl annehmen, dass die im albuminfreien Saft vorhandenen Stickstoffverbindungen vollständig oder doch fast vollständig diffusibel waren.

Es deutet dies darauf hin, dass proteinartige Stoffe nicht oder doch nur in ganz geringer Menge vorhanden waren.

Auch die Gegenwart von Peptonen ist nach obigem Resultat nicht wahrscheinlich. Denn nach den Angaben von Maly[1] und v. Wittich[2] diffundiren diese Stoffe nur sehr langsam durch Pergamentpapier hindurch[3].

Wir haben dann weiter festzustellen gesucht, in wie weit die im albuminfreien Saft enthaltene Stickstoffmenge durch Stickstoffverbindungen bekannter Natur gedeckt wird, welche sich im Saft nachweisen und quantitativ bestimmen liessen.

Von solchen Verbindungen kommen zunächst in Betracht die salpetersauren Salze, welche bekanntlich im Rübensaft nie fehlen und häufig in sehr bedeutender Menge sich vorfinden. Zur Bestimmung derselben wurde die zerriebene Rübentrockensubstanz mit verdünntem Weingeist extrahirt. Die Extracte wurden zur Entfernung des Alkohols im Wasserbade eingedunstet, der Rückstand mit Wasser aufgenommen. In dem so erhaltenen Auszug bestimmten wir die Salpetersäure nach der von Tiemann vorgeschlagenen Modification der Schlösing'schen Methode[4]. Bei Ausführung derselben wird das

---

1) Journ. f. prakt. Chem., N. F. Bd. 11, S. 105.

2) Jahresber. f. Thierchemie, Bd. 2, S. 19.

3) Dass in einem Pflanzensaft Peptone enthalten sein können, kann nicht geleugnet werden, seitdem v. Gorup-Besanez in den Wickenkörnern ein Pepton bildendes Ferment aufgefunden hat (vgl. Berichte d. chem. Gesellschaft).

4) Berichte der D. chem. Gesellsch., 1873, S. 920.

Stickoxyd, welches beim Kochen des salpetersäurehaltigen Extracts mit Salzsäure und Eisenchlorür sich entwickelt, über ausgekochter Natronlauge in einer Messröhre aufgefangen; aus dem Volumen desselben wird in bekannter Weise die Salpetersäure berechnet. Um einen Fehler zu vermeiden, der durch Beimengung anderer Gasarten entstehen könnte, lässt man das erhaltene Stickoxyd durch Eisenvitriollösung absorbiren und bringt den unabsorbirbaren Rückstand (der bei unsern Bestimmungen nur 0,3 bis 0,5 CC. betrug) in Abrechnung.

Die so erhaltenen Zahlen theilen wir im Folgenden mit, berechnet sowohl auf Rübentrockensubstanz, als auch auf den frischen Rübensaft[1]. Ausserdem geben wir die Stickstoffmenge an, welcher die im Saft vorhandene Salpetersäure entspricht:

Bezeichnung der Rüben	Salpetersäure (N^2O^5) in der Rüben-Trockensubstanz %	Salpetersäure (N^2O^5) im frischen Saft %	Stickstoff der Salpetersäure in Procenten des frischen Safts %	Von 100 Th. des im frischen Saft enthaltenen Gesammtstickstoffs waren in Form von N^2O^5 vorhanden
A. 1	4,03	0,4154	0,1077	47,20 Th.
A. 2	2,65	0,2727	0,0707	32,27 »
B. 1	1,16	0,1616	0,0419	29,86 »
B. 2	0,40	0,0512	0,0132	10,34 »

Die vorstehenden Zahlen geben wieder einen Beweis dafür, wie ausserordentlich gross die Schwankungen im Salpetersäuregehalt der Rüben sind. Bei der Rübe A 1 ist fast die Hälfte vom Gesammtstickstoff des Safts in Form salpetersaurer Salze vorhanden, bei der Rübe B 2 dagegen nur etwa der zehnte Theil.

Neben salpetersauren Salzen finden sich auch Ammoniaksalze im Rübensaft. Indessen scheint die Menge derselben

[1] Es kann keinem Zweifel unterworfen sein, dass die salpetersauren Salze nur dem Safte der Rüben angehören.

in der Regel sehr gering zu sein; nach der Schlösing'schen Methode hat der Eine von uns in Verbindung mit H. Schultze früher im Runkelrübensafte 0,0084 bis 0,0223 % NH^3 gefunden [1]. Wir haben in den von uns untersuchten Rüben keine Ammoniakbestimmungen nach der genannten Methode ausgeführt, dagegen haben wir bestimmt, wie viel Stickstoff sich beim Schütteln des Rübensafts mit einer Lösung von unterbromigsaurem Natrium im Azotometer entwickelte. Man kann nicht ohne Weiteres annehmen, dass die so erhaltenen Stickstoffmengen in Form von Ammoniaksalzen vorhanden waren, weil bekanntlich auch gewisse leicht zersetzbare Amide, z. B. Harnstoff, bei der angegebenen Behandlung Stickstoff ausgeben: jedenfalls aber repräsentiren dieselben die in Ammoniakform vorhandenen Stickstoff-Maxima, da zweifellos alle Ammoniaksalze im Azotometer zersetzt werden.

Die so erhaltenen Zahlen sind in einer w. unten folgenden Tabelle aufgeführt; berechnen wir sie auf Ammoniak, so ergiebt sich, dass der Saft unserer Rüben in maximo 0,053 bis 0,011 % NH^3 enthalten hat. Wie man sieht, liegen diese Werthe unter den für andere Rüben nach der Schlösing'schen Methode gefundenen.

Was nun die organischen Stickstoffverbindungen des Rübensafts betrifft, so mussten wir auf einen Gehalt an Asparagin Rücksicht nehmen.

Das Vorkommen dieses Körpers im Zuckerrübensafte ist wiederholt behauptet worden. Ein französischer Chemiker (Rossignon) will 2 bis 3 % Asparagin in Zuckerrüben gefunden haben [2]; doch hat er keine näheren Angaben über die Art und Weise publicirt, in welcher der Nachweis ausgeführt wurde. Michaelis erhielt keine Asparaginkrystalle, als er den, durch Ausfällen mit Bleiessig gereinigten, Saft von Zuckerrüben direct oder nach Zerstörung des Zuckers durch Gährung auf ein geringes Volumen eindunstete und mehrere Tage lang stehen

---

[1] Diese Zeitschrift, Bd. IX, S. 451.

[2] Nach einer Mittheilung Dubrunfauts, vgl. Journ. f. prakt. Chemie 53, S. 508.

liess[1]). Er schloss daraus, dass Asparagin in den Zuckerrüben nicht vorkomme. Doch ist gegen diesen Schluss einzuwenden, dass bei seinen Versuchen das vorhandene Asparagin vielleicht durch den Gährungsprocess zerstört worden ist[2]) und dass, beim Eindampfen des nicht vergohrenen Safts, der in grosser Menge vorhandene Zucker dasselbe am Auskrystallisiren verhinderte. Scheibler hat später das Vorhandensein bedeutender Mengen von Asparaginsäure in der Melasse constatirt[3]); er nahm an, dass diese Säure beim Kochen des Zuckerrübensafts mit Kalk (bei der Scheidung) aus dem vorhandenen Asparagin sich gebildet habe. Es ist nach diesen Resultaten also sehr wahrscheinlich, dass in den Zuckerrüben sich häufig Asparagin vorfindet, wenn freilich auch zur sichern Entscheidung der Frage es noch erforderlich wäre, das Asparagin in Substanz aus dem Zuckerrübensafte abzuscheiden.

Der quantitative Gehalt eines Pflanzensafts an Asparagin lässt sich mit grösserer Sicherheit ermitteln, seitdem R. Sachsse eine Methode dafür gefunden hat[4]). Sie beruht darauf, dass beim Kochen einer asparaginhaltigen Lösung mit Salzsäure das Asparagin vollständig in Asparaginsäure und Ammoniak zerfällt (welches letztere natürlich mit der Salzsäure sich verbindet). Aus der Menge des so gebildeten Ammoniaks, welche man zweckmässig mit Hülfe des Azotometers bestimmt, kann man die Menge des vorhanden gewesenen Asparagins berechnen. Natürlich ist die Methode nur dann anwendbar, wenn der betreffende Pflanzensaft neben Asparagin nicht andere Körper enthält, welche gleichfalls Stickstoff ausgeben, wenn sie nach dem Kochen mit Salzsäure mit Bromlauge (einer Lösung von unterbromigsaurem Natrium) geschüttelt werden. Es ist ferner erforderlich, von der erhaltenen Stickstoffmenge den Stickstoff in Abzug zu bringen, welchen der betreffende Pflanzensaft entwickelt, ohne mit Salzsäure gekocht zu sein.

---

[1]) Journ. f. prakt. Chemie, Bd. 74, S. 385.

[2]) Es ist nachgewiesen, dass bei der Gährung das Asparagin sich in bernsteinsaures Ammoniak verwandelt.

[3]) Zeitschr. f. Rübenzucker-Industrie, 16, 222.

[4]) Diese Zeitschrift, Bd. XVI, S. 61.

Wir haben diese Methode auf den Rübensaft angewendet. Wir verfuhren in folgender Weise: 50 Ccm. des albuminfreien Safts wurden mit 5 bis 6 Ccm. conc. Salzsäure $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden lang gekocht. Die Flüssigkeit wurde sodann mit Kalilauge neutralisirt und der beim Schütteln derselben mit Bromlauge sich entwickelnde Stickstoff im Azotometer bestimmt. Bei Ausführung der letzteren Bestimmung folgten wir im Wesentlichen den Vorschriften, welche P. Wagner[1]) kürzlich dafür gegeben hat. Die mit dem gleichen Saft ausgeführten Doppelbestimmungen stimmten unter einander stets sehr befriedigend überein.

Die erhaltenen Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt (sämmtlich berechnet in Procenten des frischen Safts):

Bezeichnung der Rüben	Stickstoff aus dem Rübensaft beim Schütteln mit Bromlauge erhalten		c. Differenz b bis a	Asparagin ($C^4H^8N^2O^3 + H^2O$) der Differenz b bis a entsprechend
	a. vor dem Kochen mit HCl %	b. nach dem Kochen mit HCl %	%	%
A. 1.	0,0051	0,0441	0,0390	0,417
A. 2.	0,0083	0,0474	0,0391	0,419
A. 3.	0,0069	0,0485	0,0416	0,446
A. 4.	0,0089	0,0488	0,0399	0,428
B. 1.	0,0044	0,0184	0,0140	0,150
B. 2.	0,0051	0,0289	0,0238	0,255

Nach der Sachsse'schen Methode ergab sich also für die Rübensorte A ein ziemlich beträchtlicher Asparagingehalt (auf Rüben-Trockensubstanz berechnet, beträgt derselbe 4 bis $4\frac{1}{2}$ %); bedeutend niedriger sind die für die Rübensorte B gefundenen Zahlen. Es entsteht nun aber die Frage: Rühren die in der Columne c aufgeführten Stickstoffmengen wirklich von Ammo-

[1]) Zeitschr. f. analyt. Chemie, 1874, S. 383.

niak her, welches aus vorhandenem Asparagin abgespalten worden ist, oder waren vielleicht in den von uns untersuchten Rüben andere Substanzen vorhanden, welche sich beim Kochen mit HCl dem Asparagin analog verhielten?

Da das Asparagin eine ausgezeichnete Krystallisationsfähigkeit besitzt, da es in kaltem Wasser schwer löslich, in Alkohol fast unlöslich ist, so ist seine Abscheidung aus einem Pflanzensaft im Allgemeinen keine schwierige Sache[1]. Es war daher zu erwarten, dass es sich auch aus unsern Rüben darstellen liess, wenn dieselben wirklich einen den obigen Zahlen entsprechenden Asparagingehalt besassen. Wir haben diese Darstellung versucht; alle unsere Bemühungen haben aber ein negatives Resultat gehabt.

Wir verfuhren zunächst in der Weise, dass wir den albuminfreien Rübensaft auf ein geringes Volumen eindunsteten und an einem kühlen Ort mehrere Wochen lang der Ruhe überliessen. Es erfolgte keine Ausscheidung von Krystallen. Eben so wenig schied sich Asparagin aus, als Rübensaft direct oder nach dem Eindunsten auf ein geringeres Volumen mit Alkohol vermischt wurde.

Es war denkbar, dass im direct eingedunsteten Saft der Zucker und die vorhandenen unkrystallinischen Substanzen das Asparagin am Krystallisiren verhindert hatten. Wir suchten daher eine asparaginreichere, an Zucker u. s. w. ärmere Lösung herzustellen, indem wir den Rübensaft der Diffusion unterwarfen (bekanntlich diffundirt der Zucker nicht sehr schnell durch Pergamentpapier, während das Asparagin zu den rasch diffundirenden Substanzen gehört[2]. Wir vertheilten $1/2$ Liter Rübensaft auf zwei Dialysatoren und setzten dieselben auf destillirtes Wasser. In einem Falle entfernten wir das Diffusat schon nach 6stündiger Dauer der Diffusion, in einem andern

---

[1]) Z. B. hat der Ref. in Verb. mit M. Märcker gezeigt, dass sich aus dem Saft der Kartoffelknollen leicht Asparagin abscheiden lässt; m. vgl. Journ. f. Landw. 1872, S. 69.

[2]) M. vgl. z. B. die Angaben von v. Gorup-Besanez, Ann. Chem. Pharm. 125, 291.

Falle nach c. 16 Stunden. Aus beiden Diffusaten krystallisirte nach dem Eindampfen auf ein geringes Volumen salpetersaures Kali in bedeutender Menge, aber keine Spur von Asparagin (obwohl in 5 Ccm. der von den Salpeter-Krystallen abgegossenen Mutterlauge beim Kochen mit HCl sich so viel Ammoniak gebildet hatte, dass darin etwa 0,3 Grm. Asparagin hätte enthalten sein können).

Um den Beweis dafür zu liefern, dass bei dem von uns eingeschlagenen Verfahren das vorhandene Asparagin wirklich hätte erhalten werden müssen, setzten wir zu 400 Ccm. Rübensaft 2 Grm. Asparagin (also c. 0,5 %) in Form einer wässrigen Lösung zu und unterwarfen das Gemisch in der vorher angegebenen Weise der Diffusion. Aus den Diffusaten erhielten wir neben Salpeter eine reichliche Krystallisation von Asparagin. Auch wenn der mit Asparagin versetzte Rübensaft direct eingedunstet wurde, schieden sich aus dem Rückstand nach längerem Stehen Asparaginkrystalle aus.

Wir müssen daher aus unsern Versuchen den Schluss ziehen, dass die von uns untersuchten Rüben kein Asparagin enthielten[1]. Das beim Kochen des Rübensafts mit Salzsäure gebildete Ammoniak hat also einem anderen Stoff (vermuthlich einem anderen Amide) seine Entstehung verdankt.

Scheibler giebt an[2], dass die den Winter über eingemieteten Zuckerrüben kein Asparagin mehr enthalten; es scheine nämlich, dass dasselbe in Asparaginsäure umgewandelt werde. Es läge also die Möglichkeit vor, dass die von uns untersuchten Rüben (welche einem eingemieteten Vorrath entnommen wurden) in frischem Zustande Asparagin enthalten hätten. Indessen ist doch wohl anzunehmen, dass bei der oben erwähnten

[1] Zeitschrift für Rübenzucker-Industrie, 16, 222.

[2] Nicht ausgeschlossen erscheint das Vorhandensein einer unkrystallisirbaren Verbindung des Asparagins. Indessen fehlen alle Anhaltspunkte, um die Existenz solcher Verbindungen in Pflanzensäften anzunehmen. Auch wird weiter unten noch eine Thatsache mitgetheilt werden, welche dafür spricht, dass unsere Rüben Asparagin weder in freiem Zustande noch in Form einer Verbindung enthielten.

Zersetzung aus dem Asparagin neben Asparaginsäure Ammoniak sich bildet. Da nun unser Untersuchungsmaterial weniger Ammoniak enthielt, als andere in frischem Zustand untersuchte Rüben, so ist es sehr unwahrscheinlich, dass in demselben eine Asparaginzersetzung stattgefunden hat; und jedenfalls könnten unsere Rüben in frischem Zustande nur höchst geringe Asparaginmengen enthalten haben.

Da die im Vorstehenden mitgetheilten Thatsachen auf die Gegenwart eines asparaginähnlichen, amidartigen Körpers im Rübensaft hinwiesen, der ferner durch Scheibler das Vorhandensein von Amiden (Asparaginsäure etc.) im Zuckerrübensaft, resp. in der Melasse nachgewiesen worden ist, so lag der Gedanke nahe, auf unsere Rüben die von R. Sachsse und W. Kormann vorgeschlagene Methode zur Bestimmung des in Amidform vorhandenen Stickstoffs anzuwenden.

Diese Methode besteht im Wesentlichen darin, dass man die auf Amide zu prüfende Lösung mit einem Gemisch von Kaliumnitrit und verdünnter Schwefelsäure unter Ausschluss der Luft zusammenbringt. Durch die entstehende salpetrige Säure werden die vorhandenen Amide zersetzt und der Stickstoff derselben in Gasform entwickelt, gemengt mit dem beim Zerfall der überschüssigen salpetrigen Säure gebildeten Stickoxyd. Man sammelt das Gemenge über Eisenvitriollösung auf; nachdem durch letztere das vorhandene Stickoxyd vollständig absorbirt worden ist, misst man das Volumen des zurückbleibenden Stickstoffs. In Betreff der Details der Ausführung verweisen wir auf die Originalabhandlung [1]).

Ohne Zweifel ist das besprochene Verfahren von bedeutendem Werth für agriculturchemische Zwecke. Nur entsteht häufig eine Schwierigkeit hinsichtlich der Verwerthung der erhaltenen Resultate.

Die Zersetzung der Amide durch salpetrige Säure erfolgt nämlich im Allgemeinen in der Weise, dass neben dem Stickstoff des Amids auch der Stickstoff der zur Zersetzung des-

---

1) Diese Zeitschrift, Bd. 17, S. 321.

selben verbrauchten salpetrigen Säure in freiem Zustande abgeschieden wird, z. B.

$$C^2H^3O \cdot NH^2 + HNO^2 = C^2H^3O \cdot OH + H^2O + 2N$$

Acetamid — salpetrige Säure — Essigsäure

oder

$$2(C^2H^3O \cdot NH^2) + N^2O^3 = 2(C^2H^3O \cdot OH) + H^2O + 4N$$

Acetamid — Salpetrigsäure-Anhydrid — Essigsäure

Man muss also die erhaltene Stickstoffmenge durch 2 dividiren, um denjenigen Stickstoff zu erhalten, welcher in Form von Amiden vorhanden war.

Sachsse und Kormann haben nun aber gefunden, dass bei Behandlung des Asparagins mit salpetriger Säure nur so viel Stickstoff entwickelt wird, als im Asparagin selbst enthalten ist.

Sie geben für die Zersetzung folgende Gleichung:

$$2(C^4H^8N^2O^3) + H^2O + N^2O^3 = 2(C^4H^6O^3) + 2H^3N + 4N$$

Asparagin — Aepfelsäure

Es ist möglich, dass auch andere Amide sich in der gleichen Weise zersetzen. Wenn man daher nicht weiss, welche Amide in einer Lösung vorhanden sind, so kann man auch nicht wissen, mit welchem Factor man die aus dieser Lösung durch salpetrige Säure entwickelte Stickstoffmenge dividiren muss, um den in Amidform vorhanden gewesenen Stickstoff zu erhalten. Da aber die Zersetzung der Amide im Allgemeinen in der früher angegebenen Weise erfolgt, so wird man in allen denjenigen Fällen, wo man über die vorhandenen Amidkörper keine näheren Kenntnisse hat, den erhaltenen Stickstoff durch 2 dividiren müssen.

In solcher Weise haben auch wir die nach der besprochenen Methode im Rübensaft erhaltenen Resultate verwerthet. Bei Ausführung der Bestimmungen verfuhren wir nach den von Sachsse und Kormann gegebenen Vorschriften. Nur sammelten wir das Gemenge von Stickstoff und Stickoxyd zunächst nicht in einem engen Messrohr, sondern in einer c. 250 Ccm. fassenden kleinen Hahnglocke auf und führten es aus derselben

erst nach vollständiger Absorption des Stickoxydes in eine Messröhre über (welche mit Kalilauge gefüllt war, um nach der Vorschrift von Sachsse und Kormann die etwa vorhandene Kohlensäure zu beseitigen). Die von uns ausgeführten Controlanalysen lieferten ebenso, wie die von S. und L. mitgetheilten, etwas zu hohe Resultate; wir sind daher dem Beispiele der genannten Forscher gefolgt und haben bei jeder Bestimmung von der erhaltenen Stickstoffmenge 1 Ccm. als constanten Fehler in Abzug gebracht. Wir erhielten in der angegebenen Weise für unser Untersuchungsmaterial folgende Resultate:

	Stickstoff, in Amidform vorhanden (in Proc. des frischen Safts)	Von 100 Th. des im frischen Saft enthaltenen Gesammtstickstoffs waren in Amidform vorhanden:
A. 1	0,0877 %	38,42 Th.
A. 2	0,0795 »	36,28 »
B. 1	0,0500 »	35,64 »
B. 2	0,0636 »	49,80 »

Den vorstehenden Zahlen haftet eine gewisse Unsicherheit an: es ist fraglich, ob wir das Richtige getroffen haben, wenn wir die Hälfte der nach der Sachsse-Kormann'schen Methode erhaltenen Stickstoffmenge als in Amidform vorhanden ansehen. Jedenfalls aber beweisen obige Zahlen, dass unsere Rüben beträchtliche Mengen von Amiden enthielten. Nicht weniger als 35,6 bis 49,8 % vom Gesammtstickstoff des frischen Rübensafts gehörten den Amiden an, falls unsere Resultate richtig sind.

Wenn wir diese Stickstoffmengen zu den in Form von coagulirbarem Eiweiss, von Salpetersäure und von Ammoniak[1]) vorgefundenen Stickstoffquantitäten hinzuzählen, so stimmt die Summe annähernd mit dem Gesammtstickstoff des Rüben-

[1]) Als Stickstoff in Ammoniakform bezeichnen wir hier der Kürze halber den beim Schütteln des frischen Rübensafts mit Bromlauge direct entwickelten Stickstoff.

safts überein, wie sich aus der nachstehenden Zusammenstellung ergiebt:

	In Procenten des frischen Safts: a. Gesammtstickstoff	b. Summe des in Form von Eiweiss, Amiden, N^2O^5 und NH^3 vorgefundenen Stickstoffs	Differenz a bis b.
A. 1	0,2282 %	0,2371 %	— 0,0089 %
A. 2	0,2191 »	0,1974 »	+ 0,0217 »
B. 1	0,1403 »	0,1416 »	— 0,0013 »
B. 2	0,1277 »	0,1119 »	+ 0,0158 »

Bei den Rüben A. 1 und B. 1 ist — offenbar in Folge von Fehlern, mit denen einzelne Bestimmungen behaftet sind — die Summe b grösser, als der Gesammtstickstoff des Rübensafts. Der Ueberschuss ist jedoch nur sehr gering bei B. 1, etwas grösser bei A. 1. Bei dieser letztern Rübe hat vielleicht wegen des hohen Salpetergehalts die Bestimmung des Gesammtstickstoffs im Safte etwas zu niedrige Zahlen geliefert[1]. Weitere Fehler können in den für den Stickstoff der Amide gefundenen Zahlen stecken. Die annähernde Uebereinstimmung der in den Columnen a und b aufgeführten Zahlen scheint übrigens noch einen weiteren Beweis dafür zu liefern, dass unsere Rüben kein Asparagin enthielten. Beim Vorhandensein dieses Körpers hätten wir einen bedeutenden Fehler begangen, indem wir nur die Hälfte der nach der Sachsse-Kormann'schen Methode erhaltenen Stickstoffmenge als in Amidform vorhanden ansehen,

---

[1] Nur wenn der Salpetersäuregehalt einer Pflanzensubstanz gering ist, liefert die Will-Varrentrapp'sche Methode der Stickstoffbestimmung für dieselbe genau zutreffende Resultate, während man bei höherem Salpetersäuregehalt etwas zu niedrige Zahlen findet. Der Ref. fand z. B. in einer Rüben-Trockensubstanz von bekanntem N-Gehalt, deren Gehalt an N^2O^5 durch Salpeter-Zusatz auf 3,9 % erhöht worden war, statt 2,24 % N nur 2,09 % (vgl. Zeitschr. f. analyt. Chemie 1867, S. 379).

weil ja das Asparagin bei der Zersetzung mit salpetriger Säure nur so viel Stickstoff liefert, als es selbst enthält. Wir hätten von jener Stickstoffmenge den in Form von Asparagin vorhandenen Stickstoff abziehen und mit seinem vollen Betrage in Rechnung setzen müssen und nur den Rest mit 2 dividiren dürfen. In diesem Falle würde aber bei allen unseren Rüben die Summe b weit grösser sein, als der für den Saft gefundene Gesammtstickstoff. Es deutet dies also darauf hin, dass Asparagin oder andere Amide, welche sich mit salpetriger Säure in einer dem Asparagin analogen Weise zersetzen, in unsern Rüben nicht vorhanden waren.

Unsere Untersuchungen haben uns also bis zu einem gewissen Grade Aufschluss über die Formen gegeben, in denen der Stickstoff im Saft unserer Rüben enthalten war. Neben salpetersauren und Ammoniak-Salzen fanden sich coagulirbare Eiweisskörper und Amide vor, während N-haltige Körper andrer Art höchstens in ganz geringer Menge vorhanden sein konnten.

Welche einzelnen Amide sich vorfanden, müssen wir unentschieden lassen. Ein bedeutender Theil des in Amidform vorhandenen Stickstoffs gehört wohl ohne Zweifel dem Körper an, welcher sich wie Asparagin beim Kochen mit HCl unter Ammoniakbildung zersetzt; über die Natur desselben vermögen wir keine näheren Angaben zu machen. Das Vorhandensein von Asparaginsäure haben wir bis jetzt nicht nachweisen können. Dagegen haben wir die Gegenwart von Betain ($= C^5H^{11}NO^2$) constatirt.

Diese basische Verbindung ist bekanntlich von Scheibler im Zuckerrübensaft entdeckt worden. Man hat sie auch künstlich dargestellt durch Einwirkung von Trimethylamin auf Monochloressigsäure und betrachtet sie, ihrer chemischen Constitution nach, als Trimethylglycocoll; sie ist also auch zu den Amidkörpern zu rechnen (und wohl ohne Zweifel zersetzbar durch salpetrige Säure).

Zur Darstellung des Betains fällten wir nach Scheibler's Vorschrift den Rübensaft mit Bleiessig aus, entfernten das überschüssige Blei mit Schwefelsäure und versetzten das Filtrat

vom Bleisulfat mit einer Lösung von phosphorwolframsaurem Natrium. Nach einiger Zeit begann an den Wänden und am Boden des Gefässes ein krystallinischer Niederschlag sich auszuscheiden[1]. Derselbe wurde (nach c. 14tägigem Stehen) auf einem Filter gesammelt, mit kaltem Wasser ausgewaschen und mit Kalkmilch zersetzt. Die entstandene Lösung wurde, nachdem der überschüssige Kalk mit CO^2 entfernt war, bei gelinder Wärme zur Trockne verdunstet, der Rückstand mit starkem Alkohol extrahirt. Beim Verdunsten der alkoholischen Lösung über Schwefelsäure schieden sich glänzende Krystalle eines N-haltigen Körpers aus, welche an der Luft sehr rasch zerflossen, über Schwefelsäure verwitterten, mit HCl sich zu einer gut krystallisirenden, luftbeständigen Verbindung vereinigten; beim Erhitzen mit conc. Kalilauge einen an Methylamin erinnernden Geruch entwickelten.

Die Eigenschaften dieses Körpers stimmten also mit denen des Betains überein. Gestützt auf diese Uebereinstimmung und auf die Art der Darstellung dürfen wir denselben wohl für Betain erklären, auch ohne dass wir die Elementarzusammensetzung desselben bestimmt haben.

Um den quantitativen Gehalt unserer Rüben an Betain zu bestimmen, behandelten wir eine abgemessene Menge des Safts (je 250 Ccm.) in der oben angegebenen Weise; die Lösung, welche bei Zersetzung des durch phosphorwolframsaures Natrium erzeugten Niederschlags mit Kalkmilch entstand, wurde mit HCl neutralisirt, zur Trockne verdunstet, der Rückstand mit Gyps aufgerieben und zur N-Bestimmung verwendet. Aus der Menge des erhaltenen Stickstoffs wurde das Betain berechnet.

Nur die Rüben der Sorte A. enthielten diese Verbindung in beträchtlicher Menge; der aus den stickstoffarmen Rüben der Sorte B. gewonnene Saft schied nach dem Versetzen mit phosphorwolframs. Natrium nur höchst geringe Mengen eines Niederschlags aus; wir haben daher bei diesen die Bestimmung

---

[1]) in in geringer Menge sofort entstehender flockiger Niederschlag wurde nach Scheibler's Vorschrift durch Filtration entfernt.

nicht durchgeführt. Für die Sorte A. wurden folgende Resultate erhalten[1]):

Bezeichnung der Rüben	In Procenten des frischen Safts	
	Stickstoff in Form von Betain	Betain = $C^5H^{11}NO^2$
A. 5	0,0117 %	0,099 %
A. 6	0,0213 »	0,178 »

Zur Vergleichung führen wir an, dass Scheibler in reifen Zuckerrüben durchschnittlich $^1/_{10}$ %, in unreifen bis zu $^1/_4$ % Betain gefunden hat.

III. Die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Marks.

Das Mark der Rüben besteht bekanntlich der Hauptsache nach aus Cellulose und Peptinsubstanzen; daneben enthält es auch geringe Mengen von stickstoffhaltigen Stoffen. Ueber die Natur der letzteren haben wir nähere Untersuchungen bis jetzt nicht ausgeführt, sondern nur constatirt, dass das Mark noch lebhaft die Eiweissreactionen giebt[2]). Der Stickstoff des Marks ist also jedenfalls zum Theil, vielleicht sogar in seinem ganzen Betrage in Form von Eiweissstoffen vorhanden. Wir führen daher im Folgenden ausser den für das trockne Mark gefundenen Stickstoffprocenten auch die denselben entsprechenden (durch Multiplication mit 6,25 gefundenen) Eiweissmengen auf:

Bezeichnung der Rüben	Stickstoff im trocknen Rübenmark	Eiweiss, dem Stickstoffgehalt entsprechend
A. 1	0,72 %	4,50 %
A. 2	0,63 »	3,94 »
B. 1	0,53 »	3,30 »
B. 2	0,55 »	3,44 »

[1]) Der von den Rüben A. 1 und A. 2 gewonnene Saft reichte zu diesen Bestimmungen nicht mehr aus; es mussten also zwei andere Rübenexemplare dazu verwendet werden.

[2]) Man erhält eine schön rothe Färbung, wenn man das frische Mark mit Rohrzuckerlösung und conc. Schwefelsäure behandelt, eine gelbe Färbung bei der Behandlung mit Iodlösung.

In der folgenden Tabelle geben wir noch eine Zusammenstellung der für unser Untersuchungsmaterial gefundenen Stickstoffzahlen, umgerechnet auf die frische Rübensubstanz. Die Art und Weise, in der die Umrechnung ausgeführt wurde, bedarf keiner weiteren Erklärung; ebenso wird die Anordnung der Tabelle leicht verständlich sein:

Bezeichnung der Rüben	Die frische Rübensubstanz enthielt: Gesammtstickstoff %	Stickstoff in Form von unlöslichem Eiweiss [1] %	Stickstoff in Form von löslichem Eiweiss %	Stickstoff in Amidform %	Stickstoff in Form von N^2O^5 %	Stickstoff in Form von NH^3 %
A. 1	0,2390	0,0158	0,0358	0,0857	0,1053	0,0050
A. 2	0,2286	0,0146	0,0380	0,0777	0,0691	0,0081
B. 1	0,1495	0,0125	0,0442	0,0488	0,0409	0,0043
B. 2	0,1363	0,0112	0,0294	0,0623	0,0129	0,0050

		Von 100 Th. des Gesammtstickstoffs waren vorhanden: in Form von unlöslichem Eiweiss [1] %	in Form von löslichem Eiweiss %	in Amidform %	in Form von N^2O^5 %	in Form von NH^3 %
A. 1		6,61	14,98	35,86	44,06	2,09
A. 2		6,39	16,62	33,99	30,23	3,54
B. 1		8,36	29,56	32,64	27,36	2,88
B. 2		8,22	21,57	45,71	9,46	3,67

Rückblick auf die Resultate.

Als bemerkenswertheste Ergebnisse unserer Arbeit ist Folgendes zu bezeichnen:

1. Die von uns untersuchten Runkelrüben enthielten rela-

[1]) D. h. Stickstoff im Rübenmark.

tiv geringe Mengen von Eiweissstoffen; nur 21,6 bis 38,9 % des Gesammtstickstoffs waren in solcher Form vorhanden (unter der Annahme, dass der Stickstoff des Marks in seinem ganzen Betrage dem Eiweiss angehörte).

2. Dagegen waren dieselben relativ reich an Amiden. Der in Form solcher Verbindungen vorhandene Stickstoff betrug 34,0 bis 45,7 % vom Gesammtstickstoff.

3. Asparagin fand sich unter diesen Amiden nicht vor; dagegen ein andrer Körper, welcher sich, wie Asparagin, beim Kochen mit Salzsäure unter Ammoniakbildung zersetzte. Die Rüben der Sorte A. enthielten ferner Betain in ähnlicher Menge, wie solches in den Zuckerrüben nach Scheibler's Angaben sich findet.

Wenn auch unsere Untersuchungen sich nur auf zwei Rübensorten beziehen, so dürfen wir den Ergebnissen derselben doch wohl eine allgemeinere Gültigkeit zuschreiben. Denn wir haben keinen Grund, anzunehmen, dass die von uns untersuchten Rüben eine nicht normale Zusammensetzung gehabt hätten; auch stehen unsere Resultate durchaus nicht im Widerspruch mit denjenigen Thatsachen, welche über die Zusammensetzung der Runkelrüben bis jetzt bekannt gewesen sind.

Wenn diese Annahme berechtigt ist, so sind die Ergebnisse unserer Arbeit nicht ohne Wichtigkeit für die Beurtheilung des Nährwerths der Runkelrüben. In den Tabellen, welche den Nährstoffgehalt der Futtermittel angeben, sind für den Proteingehalt der Rüben die durch Multiplication des Gesammtstickstoffs mit 6,25 resultirenden Zahlen aufgeführt. Diese Zahlen sind schon deshalb mit einem Fehler behaftet, weil der Gesammtstickstoff auch den Stickstoff der salpetersauren Salze einschliesst. Da nun ferner der in organischer Form vorhandene Stickstoff nur zum kleineren Theile den Eiweissstoffen, zum grösseren Theile aber den Amiden angehört, so müssen wir jene für den Proteingehalt der Rüben aufgeführten Zahlen für gründlich falsch erklären. Der wirkliche Proteingehalt der Runkelrüben wird vielleicht nur $^1/_3$ oder höchstens die Hälfte von den in den Tabellen angegebenen Werthen betragen.

Auch in pflanzenphysiologischer Hinsicht scheint das Vorkommen einer so bedeutenden Menge von Amiden in den Rübenwurzeln von Interesse zu sein. Bei den nahen Beziehungen, welche zwischen Eiweisskörpern und Amiden stattfinden, drängt sich die Vermuthung auf, dass vielleicht die in den Rüben sich vorfindenden Amide im zweiten Vegetationsjahr der Rüben zur Neubildung von Eiweissstoffen Verwendung finden. Wir beabsichtigen diese Vermuthung im Laufe des nächsten Sommers durch Versuche auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

Analytische Belege.

I. Bestimmungen des Marks.

A.	1.	114,92	Grm.	frische	Rübe	gaben	2,523	Grm.	Mark
A.	2.	126,17	»	»	»	»	2,928	»	»
B.	1.	124,39	»	»	»	»	2,935	»	»
B.	2.	128,98	»	»	»	»	2,637	»	»

II. Trockensubstanz des Safts.

A.	1.	10	Ccm.	Saft	gaben	0,831	Grm.	Trockensubstanz
A.	2.	10	»	»	»	0,824	»	»
B.	1.	10	»	»	»	1,211	»	»
B.	1.	10	»	»	»	1,210	»	»
B.	2.	10	»	»	»	1,128	»	»
B.	2.	10	»	»	»	1,138	»	»

III. Stickstoffbestimmungen.

Die vorgeschlagene Schwefelsäure wurde mit Barytwasser zurücktitrirt. Titre der Schwefelsäure a: 20 Ccm. = 0,09931 Grm. N. = 26,4 Ccm. Barytwasser. — Titre der Schwefelsäure b: 20 Ccm. = 0,1014 Grm. N = 26,6 Ccm. Barytwasser.

Angewendet		Vorgeschlagen Ccm. H^2SO^4	Gebraucht Ccm. BaH^2O^2	Gefunden Grm. N
	a. N im frischen Saft			
A. 1.	10 Ccm. Saft	20 a	20,3	0,022936
A. 1.	10 » »	20 a	20,0	0,024064
A. 2.	10 » »	20 a	20,45	0,022372
A. 2.	10 » »	20 a	20,3	0,022936

Angewendet		Vorgeschlagen Ccm. H^2SO^4	Gebraucht Ccm. BaH^2O^2	Gefunden Grm. N
B. 1.	10 Ccm. Saft	20 a 1)	22,2	0,014904
B. 1.	10 » »	20 a 1)	22,3	0,014524
B. 2.	10 » »	20 b	23,0	0,013723
B. 2.	10 » »	20 b	23,2	0,012961
B. 2.	10 » »	20 b	23,1	0,013342
	b. N im albuminfreien Saft.			
A. 1.	8 Ccm. Saft	20 a	22,15	0,015980
A. 1.	8 » »	20 a	22,25	0,015604
A. 2.	8 » »	20 a	22,4	0,015040
A. 2.	8 » »	20 a	22,5	0,014664
A. 3.	10 » »	20 a	20,5	0,022230
A. 3.	10 » »	20 a	20,4	0,022610
A. 4.	10 » »	20 a	20,5	0,022230
A. 4.	10 » »	20 a	20,6	0,021850
A. 4.	10 » »	20 a	20,6	0,021850
B. 1.	8 » »	20 a 1)	23,9	0,008440
B. 1.	8 » »	20 a 1)	24,15	0,007490
B. 2.	12 » »	20 b	23,3	0,012580
B. 2.	12 » »	20 b	23,2	0,012961
	c. Diffusibler N des Safts.			
A. 3.	Diffusat aus 10 Ccm. Saft	20 a	20,8	0,021100
A. 3.	10 » »	20 a	21,1	0,019970
A. 4.	Nicht diffusibler Rückstand aus 25 Ccm. Saft	20 a	26,0	0,001504
A. 4.	25 » »	20 a	26,2	0,000752
B. 1.	25 » »	20 b	26,05	0,002097
B. 1.	25 » »	20 b	26,2	0,001525
B. 2.	25 » »	20 b	26,1	0,001906
B. 2.	25 » »	20 b	26,35	0,000950
	d. N im Rübenmark.			
A. 1.	trocknes Mark 0,7847 Grm.	20 a	24,9	0,005640
A. 2.	0,9092 »	20 b	25,1	0,005720
B. 1.	0,7958 »	20 b	25,5	0,004200
B. 2.	0,7297 »	20 b	25,55	0,004010

1) Bei diesen Bestimmungen diente zur Titration ein Barytwasser, von welchem 26,12 Ccm. zur Neutralisation von 20 Ccm. der Schwefelsäure a erforderlich waren.

Angewendet		Vorgeschlagen Ccm. H^2SO^4	Gebraucht Ccm. BaH^2O^2	Gefunden Grm. N.
e. N im Betain.				
A. 5.	Betainhaltig. Extract aus 104 Ccm. Saft	20 b	23,4	0,01220
A. 5.	» 104 » »	20 b	23,1	0,01330
A. 6.	» 104 » »	20 b	20,65	0,02268
A. 6.	» 104 » »	20 b	20,55	0,02306

IV. Salpetersäurebestimmungen.

Bezeichnung der Rüben	Rübentrockensubstanz, der zur Bestimmung verwendeten Extractmenge entsprechend Grm.	Gefundene Stickoxydmenge (auf 0° und Normaldruck reducirt) Ccm.	N^2O^5, dem gefundenen NO entsprechend Grm.
A. 1.	1,916	31,7	0,07649
A. 1.	dsgl.	32,4	0,07818
A. 2.	dsgl.	21,4	0,05164
A. 2.	dsgl.	20,6	0,04971
B. 1.	2,323	11,2	0,02703
B. 1.	dsgl.	11,1	0,02678
B. 2.	2,204	3,5	0,00845
B. 2.	dsgl.	3,7	0,00893

V. Bestimmung des in Amidform vorhandenen Stickstoffs.

Bezeichnung der Rüben	Angewendet	Gefundene Stickstoffmenge (reducirt auf 0° und Normaldruck Ccm. [1])	Stickstoff, angegeben in Grm.
A. 1.	8 Ccm. Saft	11,5	0,014446
A. 2.	8 » »	10,3	0,012939
A. 2.	8 » »	10,3	0,012939
B. 1.	8 » »	6,99	0,008781
B. 1.	8 » »	6,34	0,007964
B. 2.	12 » »	12,4	0,015515
B. 2.	8 » »	8,7	0,010929

[1]) Nach Abzug von 1 Ccm. (als constantem Fehler).

VI. Bestimmung der Stickstoffmenge, welche der Rübensaft direct und nach dem Kochen mit HCl im Azotometer lieferte.

Bezeichnung der Rüben	Angewendet	Stickstoff in Grm., dem erhaltenen Stickstoffvolumen entsprechend[1]
	a. Direct.	
A. 1.	20 Ccm. Saft	0,00104 Grm.
A. 2.	40 » »	0,00344 »
A. 3.	30 » »	0,00216 »
A. 4.	30 » »	0,00275 »
B. 1.	40 » »	0,00187 »
B. 2.	40 » »	0,00210 »
	b Nach dem Kochen mit HCl.	
A. 1.	20 Ccm. Saft	0,00907 »
A. 1.	dsgl.	0,00907 »
A. 2.	20 » »	0,00975 »
A. 3.	20 » »	0,01000 »
A. 4.	30 » »	0,01235 »
B. 1.	20 » »	0,00385 »
B. 2.	20 » »	0,00606 »

VII. Bestimmung des eiweisshaltigen Coagulums, welches beim Erhitzen unter Essigsäurezusatz sich ausschied.

A.	1.	25	Ccm.	Saft	gaben	0,0915	Grm.	Niederschlag
A.	1.	25	»	»	»	0,0940	»	»
A.	2.	25	»	»	»	0,0960	»	»
A.	2.	25	»	»	»	0,0965	»	»
B.	1.	25	»	»	»	0,1110	»	»
B.	1.	25	»	»	»	0,1100	»	»
B.	2.	25	»	»	»	0,0925	»	»
B.	2.	25	»	»	»	0,0940	»	»
B.	2.	25	»	»	»	0,0930	»	»

Zürich, im April 1875.

---

1) Die Berechnung wurde mit Hülfe der von Dietrich aufgestellten Tabellen ausgeführt.

Fütterungsversuche mit Fleischmehl bei Schafen.

Nach Angaben des Herrn Medicinalrath Haubner durchgeführt auf der Versuchs-Station der Königl. Thierarzneischule zu Dresden vom Chemiker der Station Dr. V. Hofmeister.

Der Zweck des Versuchs war, zu ermitteln, ob das Fleischmehl sich an Schafe verfüttern lasse und mit welchem Erfolge.

Im October 1873 wurden 5 Stück Sommerlämmer zum Versuche aufgestellt. Diese im Juni e. a. geboren, waren der Race nach zwar mehr oder weniger verschieden, aber an Lebendgewicht sich sehr gleich und zeigten am 20. October ein durchschnittliches Gewicht von 40,7 Pfd. pro Kopf. Aus diesen fünf Thieren sollten verschiedene Abtheilungen gebildet werden, in welchen verschieden von einander einestheils ausschliesslich nur vegetabilische Nahrung: Gerstenschrot, Rüben, Heu, geboten, anderntheils, neben dieser Pflanzenkost, auch animalische Nährstoffe in Form von Fleischmehl gefüttert werden sollten.

Der Versuch konnte aber nicht sofort in dieser Weise beginnen, weil sich betreffs der Annahme des Fleischmehls besondere Schwierigkeiten entgegenstellten. Einige Thiere verweigerten die Aufnahme des Fleischmehls hartnäckig und consequent, selbst in den kleinsten Quantitäten geboten und unter sehr viel Schrot und Heuhäcksel gemengt: in welcher Mischung für das menschliche Geruchsorgan der eigenthümliche Fettgeruch des Fleischmehls absolut nicht mehr bemerkbar ist. Andere Thiere nahmen das Fleischmehl in kleinen Mengen und in dieser Mischung auf Zeit an, standen aber dann urplötzlich davon ab und waren nicht mehr zur Annahme derselben zu bringen. Dazu gesellten sich Verdauungsstörungen bei diesen Thieren, wie auch bei denen, die nur Schrot und Heu erhielten; weil man bis dahin dieses, wie das Fleischmehl, trocken verfütterte, oder doch nur sehr wenig mit Wasser angefeuchtet; es geschah dies aus dem Grunde, weil beim Ver-

mischen mit Wasser (namentlich mit heissem Wasser) der Geruch des Fleischmehls stärker hervortritt und das Fleischmehl dadurch den Thieren scheinbar noch widerlicher wird. Es traten Hinterleibsverstopfungen ein, so dass ärztliche Behandlung nothwendig wurde.

Erst nachdem im November hinlänglich ermittelt war, dass das Gerstenschrot mit Wasser zum Brei angerührt und reichlich mit Heuhäcksel untermengt stets gut von den Thieren verdaut wurde, und unter den Lämmern diejenigen herausgefunden waren, die weniger empfindlich für den specifischen Geruch des Fleischmehls dieses im Gemenge mit Schrot und Heuhäcksel, wenn auch vorläufig noch in sehr geringen Quantitäten (tägl. 10 Grm. pro Kopf), verzehrten, aber als vorzügliche Fresser eine stetige Annahme des Fleischmehls erwarten liessen, konnte am 1. Decbr. 1873 zur Bildung der verschiedenen Abtheilungen geschritten und der Versuch begonnen werden.

Zwei Thiere No. 1. mit 50,4 Pfd., No. 2 mit 43,4 Pfd. in Sa. = 93,8 Pfd. Lebendgewicht, von denen namentlich No. 1. ein ganz vorzüglicher Fresser, wurden der sogenannten Fleischmehlabtheilung zugethan.

Zwei etwas schwächere Thiere No. 1. mit 45,75 Pfd., No. 2. mit 39,6 Pfd. in Sa. = 85,35 Pfd. Lebendgewicht bildeten die sogenannte Gerstenschrotabtheilung.

Ein Thier mit 42,6 Pfd. Lebendgewicht von störrigem, widerspenstigen Charakter, sonst gesund, blieb vorläufig in Reserve und wurde separat aufgestellt.

Von diesem Thiere wird bei der Besprechung des Versuchs erst weiterhin die Rede sein:

Zunächst haben wir es mit der Fleischmehl- und Gerstenschrotabtheilung zu thun.

Der Plan der Fütterung dieser beiden Abtheilungen war in seinen Grundzügen vorgezeichnet dieser:

a) Das Nährstoffverhältniss des in beiden Abtheilungen verfütterten Gerstenschrot, Rüben, Wiesenheufutters sei zunächst ein Engeres: man verabreiche an beide Abtheilungen möglichst gleiche Mengen, doch immer soviel davon, dass eine reichliche

Ernährung der Thiere, bekundet durch die Grösse der Lebendgewichtszunahme, dabei statthat.

Bei gleichen Mengen ein und desselben Futters an gleichalterige und gleichschwere Thiere gefüttert, werden die Lebendgewichtszunahmen unter sonst normalen Verhältnissen gleich ausfallen.

Das Futter der Fleischmehlabtheilung wird nun durch successive tägliche oder wöchentliche vermehrte Zulage des protein- und fettreichen Fleischmehls ein immer concentrirteres: in der Grösse der Productionen an Lebendgewicht dieser Abtheilung, verglichen mit der Grösse der Productionen der Gerstenschrotabtheilung, die kein Fleischmehl erhält, liegt dann der Nähreffect des Fleischmehls bei concentrirter Fütterung ausgesprochen.

b) Das Nährstoffverhältniss des Gerstenschrot, Rüben, Wiesenheufutters ist durch allmälig von Woche zu Woche vermehrte Vorlage von Rüben in beiden Abtheilungen zu erweitern: durch das in der Fleischmehlabtheilung gleichzeitig täglich verabreichte Fleischmehl bleibt das Nährstoffverhältniss des Futters dieser Abtheilung der Gerstenschrotabtheilung gegenüber immer ein concentrirteres und es werden, wenn es gelingen sollte, der Fleischmehlabtheilung recht viel Fleischmehl pro Tag zu verfüttern, die Contraste der Nährstoffverhältnisse im Futter beider Abtheilungen immer schärfer hervortreten. Es wird sich alsdann zeigen, ob der Nähreffect des Fleischmehls ebenso scharf contrastirt mit den Nähreffecten, hervorgerufen durch ausschliessliche Pflanzenkost bei einem weiteren Nährstoffverhältnisse.

Zur Feststellung des Nähreffectes des Fleischmehls sind folgende Regeln festgehalten:

So lange bei a) und b) Gerstenschrot, Rüben, Heu in beiden Abtheilungen in gleichen Mengen verabreicht werden und nur das Fleischmehl unterschiedlich in der Fleischmehlabtheilung vorwaltet, ist jede Mehrproduction an Lebendgewicht in dieser Abtheilung einfach als von dem mehr verzehrten Fleischmehl erzeugt gedacht in Rechnung genommen.

Sobald aber das Futter in der Schrotabtheilung unter die-

sen Verhältnissen nicht mehr genügend productiv bleibt, wird Schrot so lange und so viel zugelegt, bis wieder genügende Lebendgewichtszunahme erfolgt.

Gegenüber der Fleischmehlabtheilung ist dann zunächst (vorerst der Nähreffect des Fleischmehls ermittelt werden kann) die Productionskraft des in der Schrotabtheilung mehrverzehrten Schrotes zu veranschlagen und von der bei diesem Schrotfutter geleisteten Lebendgewichtszunahme in Abrechnung zu bringen. Jetzt erst sind die Productionen beider Abtheilungen vergleichbar und ist ein etwaiges Uebergewicht der Fleischmehlabtheilung in Beziehung zu bringen mit dem in dieser Abtheilung mehr verzehrten Fleischmehl und hiernach der Nähreffect des Fleischmehls zu bemessen.

Der Versuch vom 1. Decbr. bis 4. Mai bis zur Schur in fünf Abschnitten.

I. Abschnitt. Monat December: vom 1. bis mit 26. = 26 Tage.

Jede der beiden Abtheilungen, Fleischmehl-, wie Gerstenschrotabtheilung, erhält vom 1. bis 20. Decbr. pro Tag 1,50 Pfd. Gerstenschrot, dieses mit 0,67 Pfd. Wiesenheuhäcksel untermengt und mit gemessenen Mengen Wasser zum Brei angerührt: dazu täglich 2,0 Pfd. Wiesenheu in unveränderter Form zum beliebigen Genusse. Vom 20. Decbr. ab wurden hierzu, um die Verdauung möglichst zu fördern, noch 2,0 Pfd. Rüben pro Tag und Abtheilung verabreicht. Die Rüben wurden stets getrennt von den übrigen Futterstoffen über Mittag verfüttert, während Schrot- und Fleischmehl-Schrotfutter früh und Abends verabreicht sind.

In der Fleischmehlabtheilung gelang es Fleischmehl, zwar ganz allmälig, aber doch ununterbrochen von 10 Grm. täglich damit anfangend bis zu 100 Grm. pro Tag damit steigend, vom 1. bis 26. Decbr. zu verfüttern: dasselbe war dem Schrot und Heuhäcksel stets sorgfältigst untermengt.

Das Fleischmehl enthielt die dazu gehörigen Fleischsalze, Chlorkalium und phosphorsaures Natron: damit es der Schrot-

abtheilung nicht an Salz fehle, wurden dem Schrotfutter täglich 4 Grm. Kochsalz einverleibt.

Heurückstände wurden lufttrocken zurückgewogen: Schrot und Fleischmehl sind in dieser Periode stets vollständig verzehrt: der tägliche Tränkwasserconsum ist durch Zu- und Zurückwiegen des Wassers bestimmt.

Fleischmehl		Gerstenschrot	
12,0	Wasser	11,8	Wasser
74,3	Protein	13,0	Protein
10,3	Fett	2,7	Fett
1,2	Mineralsalze	10,8	Rohfaser
2,2	Sand	56,1	Nfr. Stoffe
100,0		5,6	Mineralsalze
		100,0	

Feldrüben		Wiesenheu	
87,3	Wasser	14,3	Wasser
1,1	Protein	8,5	Protein
0,2	Fett	3,0	Fett
1,0	Rohfaser	29,3	Rohfaser
9,4	Nfr. Stoffe	39,8	Nfr. Stoffe
1,0	Mineralsalze	5,1	Mineralsalze
100,0		100,0	

In 26 Tagen verzehrt:

Die Fleischmehlabtheilung

3,12 Pfd. Fleischmehl 37,0 Pfd. Schrot 14,0 Pfd. Rüben 56,3 Pfd. Heu[1])

Die Gerstenschrotabtheilung

0 Pfd. Fleischmehl 37,0 » » 14,0 » » 53,3 » »

Die Fleischmehlabtheilung hat mehr verzehrt:

3,12 Pfd. Fleischmehl 0 Pfd. Schrot 0 Pfd. Rüben 3,0 Pfd. Heu.

Im Futter der Fleischmehlabtheilung

12,06 Pfd. Protein 53,04 Pfd. Nf. + Fett — Ntr. : Nfr. + Fett = 1 : 4,3.

Im Futter der Gerstenschrotabtheilung

9,50 Pfd. Protein 49,82 Pfd. » » » 1 : 5,2.

Lebendgewicht der Fleischmehlabtheilung

am 1. Decbr.	No. 1) 50,4 Pfd.	No. 2) 43,4 Pfd.	in Sa. 93,8 Pfd.
» 26. u. 27. »	» 1) 52,3 »	» 2) 45,2 »	» » 97,5 »
Zunahme in 26 Tagen	No. 1) 1,9 Pfd.	No. 2) 1,8 Pfd.	in Sa. 3,7 Pfd.

[1]) Der täglich verzehrte Heuhäcksel ist dazu gerechnet.

Lebendgewicht in der Schrotabtheilung

am 1. Decbr.	No. 1) 45,75 Pfd.	No. 2) 39,6 Pfd.	in Sa.	85,35 Pfd.
» 26. u. 27. »	» 1) 47,80 »	» 2) 41,5 »	» »	89,30 »
Zunahme in 26 Tagen	No. 1) 2,05 Pfd.	No. 2) 1,9 Pfd.	in Sa.	3,95 Pfd.

Resultat.

Die Lebendgewichtszunahmen beider Abtheilungen 3,7 Pfd. und 3,95 Pfd. sind als gleich zu erachten: ein die Lebendgewichtsproductionen begünstigender Einfluss des von der Fleischmehlabtheilung mehr verzehrten 3,12 Pfd. Fleischmehl und 3,0 Pfd. Wiesenheu macht sich nicht bemerkbar.

II. Abschnitt. Monat December und Januar: vom 27. Dcbr. bis mit 23. Januar = 4 Wochen. 28 Tage.

100 Grm. Fleischmehl pro Tag sollten 4 Wochen lang der Fleischmehlabtheilung verabreicht werden. Dazu Schrot, Rüben, Heu, in den gleichen Quantitäten, wie vorher, d. i. 1,5 Pfd. Schrot, 2 Pfd. Rüben, 2,0 Pfd. Heu.

Gleiche Mengen von letzteren Stoffen sollte auch die Schrotabtheilung erhalten, wenn ausreichend zu ihrer Ernährung; ausserdem war Schrotzulage vorgesehn, die sich aber nicht nöthig machte.

An der Form des Futters wurde Nichts geändert; Rückstände blieben nur vom Heu.

Vom 27. December bis 23. Januar — in 28 Tagen verzehrt:

Die Fleischmehlabtheilung				
	5,6 Pfd. Fleischmehl	42,0 Pfd. Schrot	56,0 Pfd. Rüben	51,8 Pfd. Heu.
Die Gerstenschrotabtheilung				
	0 Pfd. Fleischmehl	42,0 » »	56,0 » »	48,8 » »
Die Fleischmehlabtheilung +				
	5,6 Pfd. Fleischmehl	0 Pfd. Schrot	0 Pfd. Rüben	3,0 Pfd. Heu

Im Futter der Fleischmehlabtheilung			Nh. : Nfr. + Fett
	14,6 Pfd. Protein	57,8 Pfd. Nfr. + Fett	1 : 3,9.
Im Futter der Schrotabtheilung			
	10,2 Pfd. Protein	54,9 » » »	1 : 5,3.

Lebendgewicht der Fleischmehlabtheilung

26. u. 27. Decbr.	No. 1)	52,3 Pfd.	No. 2)	45,20 Pfd.	Sa.	97,5 Pfd.
23. » 24. Januar	» 1)	58,15 »	» 2)	47,05 »	»	105,2 »
Zunahme in 28 Tagen	No. 1)	5,85 Pfd.	No. 2)	1,85 Pfd.	Sa.	7,7 Pfd.

Lebendgewicht der Schrotabtheilung

26. u. 27. Decbr.	No. 1)	47,8 Pfd.	No. 2)	41,50 Pfd.	Sa.	89,3 Pfd.
23. » 24. Januar	» 1)	50,2 »	» 2)	44,40 »	»	94,6 »
Zunahme in 28 Tagen	No. 1)	2,4 Pfd.	No. 2)	2,90 Pfd.	Sa.	5,3 Pfd.

Resultat.

Bei einem Mehrverzehr von 5,6 Pfd Fleischmehl u. 3,0 Pfd. Heu hat die Fleischmehlabtheilung mehr producirt an Lebendgewicht

2,4 Pfd.

Den Nähreffect des mehrverzehrten Heus unberücksichtigt lassend, so ist der Nähreffect von 1 Pfd. Fleischmehl:

$$(5,6 : 2,4 = 1,0 : x =)$$

= 0,42 Pfd. Lebendgewichtszunahme oder zu 1 Pfd. Lebendgewichtszunahme = 2,3 Pfd. Fleischmehl.

III. Abschnitt. Monat Januar und Februar: vom 24. Januar bis mit 27. Februar = 5 Wochen 35 Tage.

In der Woche vom 24. zum 30. Januar wurde nun versucht, ob der Fleischmehlabtheilung noch mehr Fleischmehl beizubringen sei: es gelang ohne Anstoss das Quantum von 200 Grm. pro Tag durch tägliche Zulage von 20 Grm. davon bis Ende der Woche zu erreichen und wurde jetzt wieder 4 Wochen lang vom 31. Januar bis 27. Februar täglich 200 Grm. Fleischmehl neben 1,5 Pfd. Schrot, 2,0 Pfd. Rüben, 2,0 Pfd. Heu dieser Abtheilung gefüttert, während die Gerstenschrotabtheilung nur 1,50 Pfd. Schrot, 2,0 Pfd. Rüben, 2,0 Pfd. Heu pro Tag erhielt. Da die Lebendgewichtsproductionen dieser Abtheilung auch in diesem Zeitraume noch immer genügend erschienen, erfolgte auch jetzt noch keine Zulage von Schrot; beide Abtheilungen hatten somit noch immer ganz gleichen Antheil an Schrot, Rüben und Heu. Der Umstand aber, dass die Fleischmehlabtheilung dazu die sehr starke Ration an Fleischmehl erhielt und ohne allen Rückstand verzehrte, war unzwei-

felhaft sehr günstig, um den Nähreffect des Fleischmehls, bemessen nach der Lebendgewichtszunahme, klar zu Tage zu fördern.

Nur vom Heu blieben auch in diesem Abschnitte wieder Rückstände in beiden Abtheilungen.

Die Thiere verzehrten inclusive der Woche mit gesteigerter Fleischmehlzulage vom 24. Januar bis 27. Februar in 35 Tagen:

In der Fleischmehlabtheilung
13,44 Pfd. Fleischmehl 52,5 Pfd. Schrot 70,0 Pfd. Rüben 66,93 Pfd. Heu.
In der Gerstenschrotabtheilung
0 Pfd. Fleischmehl 52,5 » » 70,0 » » 64,84 » »

Die Fleischmehlabtheilung +
13,44 Pfd. Fleischmehl 0 Pfd. Schrot 0 Pfd. Rüben 2,09 Pfd. Heu.

Im Futter der Fleischmehlabtheilung
24,04 Pfd. Protein 75,01 Pfd. Nfr. + Fett $\frac{\text{Nh : Nfr. + Fett}}{1 : 3,1.}$
Im Futter der Schrotabtheilung
13,06 Pfd. Protein 70,52 » » » 1 : 5,4.

Lebendgewicht der Fleischmehlabtheilung

23. u. 24. Januar.	No. 1) 58,15 Pfd.	No. 2) 47,05 Pfd.	Sa. 105,2 Pfd.
27. » 28. Februar.	» 1) 65,71 »	» 2) 52,96 »	» 118,7 »
Zunahme in 35 Tagen	No. 1) 7,56 Pfd.	No. 2) 5,91 Pfd.	Sa. 13,5 Pfd.

Lebendgewicht der Schrotabtheilung

23. u. 24. Januar.	No. 1) 50,20 Pfd.	No. 2) 44,4 Pfd.	Sa. 94,65 Pfd.
27. » 28. Februar.	» 1) 54,90 »	» 2) 49,5 »	» 104,40 »
Zunahme in 35 Tagen	No. 1) 4,70 Pfd.	No. 2) 5,1 Pfd.	Sa. 9,75 Pfd.

Resultat.

Auf einen Mehrverzehr von 13,44 Pfd. Fleischmehl und 2,1 Pfd. Heu berechnet sich in der Fleischmehlabtheilung eine Mehrproduction an Lebendgewicht von 3,75 Pfd., den Nähreffect des mehrverzehrten Heus unberücksichtigt lassend, und das Plus der Production auf die Menge des verzehrten Fleischmehls bezogen, so berechnet sich nach der Formel

13,44 Pfd. Fleischmehl 3,75 Pfd. Zunahme = 1 Pfd. Fl. : x.

dass 1 Pfd. Fleischmehl eine Gewichtszunahme von 0,28 Pfd. bewirkte oder 3,6 Pfd. Fleischmehl 1 Pfd. Lebendgewichtszunahme.

IV. Abschnitt. Monat März: vom 28. Februar bis 27. März = 4 Wochen oder 28 Tagen.

Bis hierher war das Nährstoffverhältniss des Futters beider Abtheilungen ein Engeres gewesen, wie aus obigen Berechnungen erhellt. Durch successive gesteigerte Rübenvorlage wurde dasselbe jetzt erweitert, und hierbei der Nähreffect des Fleischmehls ermittelt.

Vom 28. Februar	bis 6.	März	erhielt	jede Abtheilung	täglich	4,0	Pfd.	Rüben
» 7. März	» 13.	»	»	»	»	6,0	»	»
» 14. »	» 20.	»	»	»	»	8,0	»	»
» 21. »	» 27.	»	»	»	»	10,0	»	»

Fleischmehlzulage erfolgte in der Fleischmehlabtheilung dabei nicht; diese erhielt consequent pro Tag 200 Grm. Fleischmehl mit 1,50 Pfd. Schrot und 2,0 Pfd. Heu: also genau dieselbe Menge wie im vorigen Abschnitte, wie denn auch in der Gerstenschrotabtheilung beziehentlich der Schrot- und Heugabe Alles unverändert blieb.

Noch immer ernähren sich demnach beide Abtheilungen von gleichen Mengen Schrot, Rüben, Heu und nur das Fleischmehl waltet in der Fleischmehlabtheilung vor.

Rückstände blieben auch in diesem Abschnitte nur vom Heu.

Vom 28. Februar bis 27. März in 28 Tagen verzehrt.

Die Fleischmehlabtheilung
11,2 Pfd. Fleischmehl 42,0 Pfd. Schrot 196,0 Pfd. Rüben 50,63 Pfd. Heu.
Die Gerstenschrotabtheilung
0 Pfd. Fleischmehl 42,0 » » 196,0 » » 49,15 » »

Die Fleischmehlabtheilung +
11,2 Pfd. Fleischmehl 0 Pfd. Schrot 0 Pfd. Rüben 1,48 Pfd. Heu.

Im Futter der Fleischmehlabtheilung
20,18 Pfd. Protein 72,41 Pfd. Nf. + Fett $\frac{\text{Nh. . Nf. + Fett}}{1 : 3{,}6.}$

Im Futter der Schrotabtheilung
11,74 Pfd. Protein 68,83 » » » 1 : 6,0.

Lebendgewicht der Fleischmehlabtheilung

am 27. u. 28. Febr.	No. 1)	65,71 Pfd.	No. 2)	52,96 Pfd.	in Sa. 118,70 Pfd.
» 27. » 28. März.	» 1)	75,45 »	» 2)	60,28 »	» » 135,73 »
Zunahme in 28 Tagen	No. 1)	9,74 Pfd.	No. 2)	7,32 Pfd.	in Sa. 17,03 Pfd.

Lebendgewicht der Gerstenschrotabtheilung						
am 27. u. 28. Febr.	No. 1)	54,9 Pfd.	No. 2)	49,5	in Sa.	104,4 Pfd.
» 27. » 28. März.	» 1)	60,7 »	» 2)	55,9 »	»	116,6 »
Zunahme in 28 Tagen	No. 1)	5,8 Pfd.	No. 2)	6,4	in Sa.	12,2 Pfd.

Resultat.

Die Fleischmehlabtheilung producirte in diesem Abschnitte 4,8 Pfd. mehr an Lebendgewicht als die Schrotabtheilung. Der Mehrverzehr dieser Abtheilung an Heu beträgt nur 1,5 Pfd. Dagegen hat sie 11,2 Pfd. Fleischmehl mehr verzehrt als die Schrotabtheilung.

Die Mehrproduction an Lebendgewicht bezogen auf diesen Mehrconsum von Fleischmehl, so bewirkt 1 Pfd. Fleischmehl = 0,43 Pfd. Zunahme oder 2,3 Pfd. Fleischmehl sind zu 1 Pfd. Lebendgewichtszunahme erforderlich.

V. Abschnitt. Monat April bis zur Schur am 4. Mai: vom 28. März bis 4. Mai in 38 Tagen.

Die Fleischmehlabtheilung behält in diesem Abschnitte ihre frühere Ration von 1,5 Pfd. Schrot, 10,0 Pfd. Rüben, 2,0 Pfd. Heu. Dagegen wird versucht, die Fleischmehlration, die in den vorhergehenden Abschnitten 200 Grm. pro Tag betrug, zu erhöhen.

Vom 28. März bis 3. April
erreicht die tägliche Vorlage resp. der tägliche Consum davon 350 Grm.
Vom 4. April bis 17. April
erreicht die tägliche Vorlage » » » » 1 Pfd. = 500 »
Vom 18. April bis 28. April
wurde die Tagesration herabgesetzt auf 0,8 » = 400 »

Weil die Art und Weise des ganzen Futterverzehrs zeigte, dass die Thiere an 1 Pfd. Fleischmehl inclusive des übrigen Futters bis zum Uebermass hatten: von den Rüben, die Mittags verfüttert, fanden sich noch am Abend Reste; am 18. April bleiben sogar Rückstände von Fleischmehl und Schrot, auch am 19. Morgens wird diese Ration nicht voll aufgezehrt, deshalb, um grössere Störungen zu vermeiden, erfolgte die verminderte Gabe von 400 Grm. Fleischmehl pro Tag und erst

vom 29. April bis 4. Mai wurde wieder pro Tag 1 Pfd. = 500 Grm. Fleischmehl gefüttert, die jetzt auch volle Aufnahme fanden.

Die Schrotabtheilung erhielt nach wie vor 1,5 Pfd. Schrot, 10 Pfd. Rüben, 2,0 Pfd. Heu bis zum 10. April; am 11. April wurde die tägliche Schrotration auf 2,0 Pfd. und schliesslich bis auf $2^1/_2$ Pfd. erhöht.

Vom 28. März bis 4. Mai (bis zur Schur) in 38 Tagen verzehrt.

	Fleischmehl	Schrot	Rüben	Heu
Die Fleischmehlabtheilung	32,94 Pfd. Fleischmehl	56,82 Pfd. Schrot	380,0 Pfd. Rüben	66,16 Pfd. Heu.
Die Schrotabtheilung	0 Pfd. Fleischmehl	69,50 » »	380,0 » »	61,05 » »
Die Fleischmehlabtheilung +	32,94 Pfd. Fleischm.	— 12,68 Pfd. Schrot	0 Pfd. Rüb.	+ 5,11 Pfd. Heu.

	Protein	Kohlehydrate	Nh : Nfr. + Fett
Im Futter der Fleischmehlabtheilung	41,54 Pfd. Protein	112,71 Pfd. Kohlehydrate.	1 : 2,7.
Im Futter der Schrotabtheilung	18,30 Pfd. Protein	109,70 » »	1 : 6,0.

Das Lebendgewicht der Fleischmehlabtheilung

	No. 1)	No. 2)	Sa.
am 27. u. 28. März.	75,45 Pfd.	60,28 Pfd.	135,73 Pfd.
» 4. Mai	87,80 »	69,50 »	157,30 »
Zunahme in 38 Tagen	12,35 Pfd.	9,22 Pfd.	21,57 Pfd.

Das Lebendgewicht der Schrotabtheilung

	No. 1)	No. 2)	Sa.
am 27. u. 28. März.	60,7 Pfd.	55,9 Pfd.	116,6 Pfd.
» 4. Mai	67,9 »	66,4 »	134,3 »
Zunahme in 38 Tagen	7,2 Pfd.	10,5 Pfd.	17,7 Pfd.

Zum ersten Male hat es sich im Verlaufe des Versuches ereignet, dass die Gerstenschrotabtheilung in diesem Abschnitte mehr Gerstenschrot = 12,7 Pfd. mehr verzehrte, als die Fleischmehlabtheilung.

Es ist deshalb der Nährwerth des Schrotes bei Lämmern festzustellen, damit die durch das mehr verzehrte Schrot erzeugte Körpergewichtszunahme in Rechnung genommen werden kann.

Dazu erscheint vorerst nothwendig den Nähreffect des verfütterten Heus und der Rüben zu ermitteln.

Wären zum Versuche volljährige, ausgewachsene Hammel benutzt, so würde als einfachster Weg zur Bemessung des Nährwerthes des Schrotes die Trennung der Erhaltungs- vom Productionsfutter vorzunehmen sein; aus den Weender und Hohenheimer Versuchen sind die Nährstoffmengen für 1000 Gramm Lebendgewicht als nothwendiges Beharrungsfutter bekannt: 1,14 Grm. verdauliches Eiweiss und 10,65 Grm. verdauliche stickstofffreie Stoffe und für schwächere Thiere 1,42 Grm. Eiweiss und 11,87 Grm. stickstofffreie Stoffe. Darnach wäre zu berechnen, ob die im vorliegenden Abschnitte verfütterten Heu- und Rübenmengen ausreichten, den geforderten Nährstoffgehalt für Beharrungsfutter zu decken. Wäre dies der Fall, würden die verfütterten Schrotmengen als Productionsfutter angesehen werden können.

Dies geht aber doch bei Lämmern nicht an, bei denen von einem Beharrungsfutter nicht wohl die Rede sein kann.

Ich habe versucht durch in Vergleichziehung der Ernährungsverhältnisse des bis hierher noch unerwähnt gebliebenen separat aufgestellten Lammes Unterlagen für die Berechnung des Nährwerthes des Schrotes in diesem vorliegenden Falle zu gewinnen.

Dieses Thier unterlag, was Beobachtung über Futterconsum und Lebendgewichtsveränderungen anlangt, derselben sorgfältigen Ueberwachung, wie die übrigen Versuchsthiere.

Vom 1. Nov. bis 19. Dcbr. in 49 Tagen erhielt dieses Lamm nur Wiesenheu vorgelegt ad libitum und verzehrte davon = 72,53 Pfd. d. i. pro Tag 1,50 Pfd.

Am 1. November wog das Thier = 42,3 Pfd.
» 19. December » » » = 42,3 »

Das Thier hat in dieser Zeit weder an Körpergewicht zu- noch abgenommen.

Das Protein des Heus zu 56 % [1]) und die stickstofffreien

[1]) Die Aufstellung von E. Schulze, Zürich. Journal für Landwirth. S. 135, wonach die Proteinstoffe des Wiesenheus zu 55,2 % und die nfr. Extractstoffe zu 60,9 % verdaulich sind, kommt mir leider erst jetzt in die Hände. Ob mit Benutzung jener Werthe grössere Sicherheit für diesen

Nährstoffe zu 64 % verdaulich angenommen, kommen auf 100 Pfd. Lebendgewicht 0,170 Pfd. Nh. und 1,076 Pfd. Nfr. Nährstoffe.

Vom 20. December ab bis zum 23. Januar, in 35 Tagen erhielt das Thier täglich Rüben zum Heu und verzehrte in dieser Zeit 63,0 Pfd. Rüben und 28,5 Pfd. Heu; pro Tag 1,8 Pfd. Rüben, 0,8 Pfd. Heu.

Am 20. December wog das Lamm = 42,7 Pfd.
» 23. Januar » » » = 42,7 »

Gewichtszunahme hat auch jetzt nicht stattgefunden. Die Rübennährstoffe als voll verdaulich in Rechnung genommen und die Heunährstoffe wie oben, so kommen auf 100 Pfd. Lebendgewicht 0,140 Pfd. Nh. und 0,98 Pfd. Nfr. Stoffe.

Im Durchschnitt dieser ersten und zweiten Periode kommen auf 100 Pfd. Lebendgewicht

0,155 Pfd. Nh. und 1,03 Pfd. Nfr. Stoffe.

Auf Grund der in der landwirthschaftlichen Fütterungslehre von E. v. Wolff aufgestellten Fütterungsnorm für »wachsende Schafe« von ca. 50 Pfd. Lebendgewicht werden pro Tag für 100 Pfd. Lebendgewicht verlangt ca. 0,30 Pfd. verdauliches Protein und 1,60 verdauliche Nfr. Stoffe.

Das Versuchslamm erhielt pro Tag in Heu und Rüben nur die Hälfte an Protein und reichlich $1/2$ Pfd. weniger an Nfr. Nährstoffen, als die Norm verlangt. Hieraus erklärt sich von selbst, warum das Lamm bei seinem Futter in so kärglichen Ernährungsverhältnissen blieb; denn ein Stillstand des Lebendgewichts innerhalb 84 Tagen beim Lamm kann nicht anders bezeichnet werden.

Es hätte eine der Norm entsprechende Zulage von protein- und stärkemehlreichem Körnerfutter erfolgen müssen, um eine fortschreitende Zunahme des Lebendgewichts zu erzielen, wie dies auch in der That der Fall war, als diesem Lamme vom 24. Januar ab pro Tag $1/2$ Pfd. Gerstenschrot neben Rüben und

---

vorliegenden Fall gegeben, bliebe aber auch fraglich, da die Verdaulichkeit des Wiesenheus bei Lämmern wieder verschieden sein kann von der bei ausgewachsenen volljährigen Schafen.

Heu verabreicht ward. Bereits am 30. u. 31. Januar wog es 43,17 Pfd., hatte demnach in 7 Tagen um 0,5 Pfd. zugenommen; bei weiterer Zulage von Schrot und Fleischmehl in den folgenden Wochen schreitet dann die Production verstärkt und gleichmässig fort, worüber weiter unten berichtet wird.

Aus den Ernährungsverhältnissen dieses Lammes bei Heu und Heu-Rübenfutter kann ich folgerecht nur denselben Nähreffect der in der Schrotabtheilung und Fleischmehlabtheilung verfütterten Heu- und Rübenmengen ableiten, d. h. sie sind hier ebenso productionslos anzusehen, wie dort beim Separatthiere, sofern mit ihnen nicht erheblich viel mehr oder viel weniger Nährstoffe pro 100 Pfd. Lebendgewicht und pro Tag in den Versuchsabtheilungen geboten sind, als das Einzellamm darin verzehrte; und dies ist in der That nicht der Fall: Bei einem Lebendgewichte von 116,6 Pfd. (Abschnitt V.) verzehrt die Schrotabtheilung in 380 Pfd. Rüben und 61,05 Pfd. Heu nicht mehr an Nährstoffen als pro Tag und 100 Pfd. Lebendgewicht

= 0,158 Pfd. verdaul. Nh. und 1,25 Pfd. Nfr. Stoffe.

Die Fleischmehlabtheilung aber mit 135,7 Pfd. Lebendgewicht in 380 Pfd. Rüben und 66,2 Pfd. Heu pro Tag und 100 Pfd. Lebendgewicht

= 0,14 Pfd. verdauliches Protein und 1,108 nfr. Stoffe.

Daraus folgere ich nun weiter, dass die geleisteten Productionen an Lebendgewicht in diesem Abschnitte und in 38 Tagen in der Schrotabtheilung **nur** vom verzehrten Schrot abhängig; 69,5 Pfd. Schrot von der Schrotabtheilung verzehrt figuriren somit als alleiniges Productionsfutter, und da diese Abtheilung dabei um 17,7 Pfd. an Lebendgewicht zunahmen, so haben 3,9 Pfd. **Gerstenschrot 1 Pfd. Lebendgewichtszunahme** erzeugt.

Dies der **Nährwerth des Gerstenschrots** bei Lämmern.

Es hat nun die Schrotabtheilung 12,7 Pfd. Schrot **mehr** verzehrt als die Fleischmehlabtheilung, welcher eine Productionskraft von 3,2 Pfd. Lebendgewichtszunahme nach dem eben Entwickelten zukommt.

Diese 3,2 Pfd. in Abzug gebracht von der Gesammtproduction der Schrotabtheilung an Lebendgewicht =

	17,7 Pfd.	Gesammtproduction
	3,2 »	durch 12,7 Pfd. Schrot
bleibt Rest	14,4 Pfd.	der Production,

hervorgebracht durch 56,8 Pfd. Schrot, der mit der Fleischmehlabtheilung gleich verzehrten Menge.

Bei diesem Verzehr von 56,8 Pfd. Schrot und ausserdem noch 32,94 Pfd. Fleischmehl producirt aber die Fleischmehlabtheilung 21,7 Pfd. an Lebendgewicht, das ist eine Mehrproduction von = 7,3 Pfd.

	21,7 Pfd.	Gesammtproduction
	14,4 »	Production durch 56,8 Schrot (3,9 : 1 = 56,8 = 14,4)
=	7,3 Pfd.	Mehrproduction

hervorgebracht durch einen Mehrverzehr an Fleischmehl von 32,94 Pfd. Darnach

Resultat des V. Abschnittes:

1 Pfd. Fleischmehl = 0,22 Pfd. Zunahme oder 4,5 Pfd. Fleischmehl bewirken 1 Pfd. Lebendgewichtszunahme.

Die Wollschur am 4. Mai 1874.

In wie weit ist der Nähreffect des Fleischmehls durch die Wolle verdeckt?

Es liefert in der Fleischmehlabtheilung — Wolle
Lamm No. 1) 3,24 Pfd. Wolle. Lamm No. 2) 3,30 Pfd. Wolle in Sa. 6,54 Pfd.
Es liefert in der Gerstenschrotabtheilung
Lamm No. 1) 2,75 Pfd. Wolle. Lamm No. 2) 1,90 Pfd. Wolle » » 4,65 »

Lebendgewichte in der Fleischmehlabtheilung am Schurtage

	No. 1)	87,8.	No. 2)	69,5.	Sa.	157,30 Pfd.
Davon ab die geschorne Wolle	» 1)	3,24	» 2)	3,3.	»	6,54 »
Bleibt nacktes Körpergewicht	No. 1)	84,56	No. 2)	66,1.	Sa.	150,76 Pfd.

Lebendgewichte in der Gerstenschrotabtheilung am Schurtage

	No. 1)	67,9.	No. 2)	66,4.	Sa.	134,30 Pfd.
Davon ab die geschorne Wolle	» 1)	2,75	» 2)	1,90	»	4,65 »
Bleibt nacktes Körpergewicht	No. 1)	65,15	No. 2)	64,5	Sa.	129,65 Pfd.

Der Unterschied beider Abtheilungen an Lebendgewicht beträgt unter der Wolle 23,0 Pfd.

Denn die Fleischmehlabth. wiegt unter der Wolle	=	157,30 Pfd.
» » Gerstenschrotabth. » » » »	=	134,30 »
Differenz	=	23,00 Pfd.

Der Unterschied beider Abtheilungen zwischen den nackten Lebendgewichten = 21,11 Pfd.

Denn die Fleischmehlabtheilung wiegt geschoren	=	150,76 Pfd.
» » Gerstenschrotabtheilung » »	=	129,65 »
Differenz	=	21,11 Pfd.

Der Unterschied der Gewichte beider Abtheilungen ist rund um 2,0 Pfd. vermindert und zwar zu Gunsten der Gerstenschrotabtheilung die rund 2,0 Pfd. Wolle weniger lieferte als die Fleischmehlabtheilung. Diese, die Schrotabtheilung, weist jetzt nach der Schur deshalb 2,0 Pfd. an Lebendgewicht mehr auf, die unter der Wolle versteckt, als solche nicht angesprochen werden konnten.

Um diese 2,0 Pfd. müsste in correcter Weise der Nähreffect des Fleischmehls in der Fleischmehlabtheilung herabgesetzt werden; da aber dieser auf die Dauer des Versuchs vom 1. December bis zur Schur auf 155 Tage sich vertheilt, so kann der corrigirte Werth dafür nur verschwindend klein sein, und habe ich deshalb geglaubt, denselben vernachlässigen zu dürfen.

VI. Abschnitt. Der Nähreffect des Fleischmehls nach der Schur bei reichlicher Fütterung desselben an wollelose Thiere im Zeitraum von 31 Tagen vom 2. Mai bis 4. Juni.

In der Fleischmehlabtheilung wird bis zum 29. Mai 1 Pfd. täglich Fleischmehl gefüttert, dann täglich $1^1/_2$ Pfd. bis zum Schluss des Versuches.

Die tägliche Vorlage von $1^1/_2$ Pfd. Gerstenschrot vom 5. bis 15. Mai wird vom 16. Mai ab auf 2,0 Pfd. erhöht und am 30. Mai weiter auf $2^1/_2$ Pfd.

Die tägliche Vorlage von 10 Pfd. Rüben wird dagegen am

16. Mai auf 6 Pfd. pro Tag herabgesetzt und dieses Quantum bis zum Schluss des Versuches gefüttert.

Nur von der unverändert bleibenden täglichen Heuvorlage von 2,0 Pfd. bleiben tägliche Rückstände; das ganze übrige Futter wird ohne Rückstand verzehrt.

In der Gerstenschrotabtheilung wird die tägliche Vorlage von $2^1/_2$ Pfd. am 16. Mai auf 3,0 Pfd. und vom 23. Mai ab auf $3^1/_2$ Pfd. erhöht. Dagegen wird die tägliche Rübenvorlage von 10 Pfd. gleichwie in der Fleischmehlabtheilung am 16. Mai auf täglich 6 Pfd. reducirt.

Auch in dieser Abtheilung bleiben nur von den täglich verabreichten 2 Pfunden Heu Rückstände: Alles Uebrige wird voll verzehrt.

Vom 5. bis 15. Mai verzehrt:

Die Fleischmehlabtheilung

11,0 Pfd. Fleischmehl 16,5 Pfd. Schrot 110 Pfd. Rüben 17,7 Pfd. Heu.

Die Schrotahtheilung

0 Pfd. Fleischmehl 27,5 » » 110 » » 16,0 » »

Trotzdem aber, dass die Futterannahme stets correct, kann doch der Versuch nicht von dem Tage unmittelbar nach der Schur ab in Rechnung genommen werden, weil die Fleischmehlabtheilung, und hier ist es namentlich das Thier No. 2, bis zu Ende der Woche 8 u. 9. Mai an Körpergewicht verliert und die Gerstenschrotabtheilung in dieser Woche an Körpergewicht Nichts producirt.

Die Lebendgewichte der Fleischmehlabtheilung

am 5. u. 6. Mai.	No. 1)	83,8 Pfd.	No. 2)	66,8 Pfd.	Sa.	150,6 Pfd.
» 8. » 9. »	» 1)	83,1 »	» 2)	65,8 »	»	148,9 »
Körpergewichtsverlust	No. 1)	0,7 Pfd.	No. 2)	1,0 Pfd.	Sa.	1,7 Pfd.

Die Lebendgewichte der Schrotabtheilung

am 5. u. 6. Mai.	No. 1)	65,2 Pfd.	No. 2)	63,7 Pfd.	Sa.	128,9 Pfd.
» 8. » 9. »	» 1)	65,2 »	» 2)	63,7 »	»	128,9 »
Zunahme	No. 1)	0 Pfd.	No. 2)	0 Pfd.	Sa.	0 Pfd.

In der darauf folgenden Woche vom 9. bis 15. Mai leiden die Thiere der Schrotabtheilung jedenfalls in Folge von Erkältung, die sie sich in ihrem geschorenen Zustande bei der vor-

waltenden rauhen und unfreundlichen Witterung zugezogen, an Diarrhöe und bleiben desshalb auch in dieser Woche fast auf demselben Körpergewicht stehen, während die Fleischmehlabtheilung bereits in der Zunahme begriffen.

Lebendgewichte der Fleischmehlabtheilung

8. u. 9. Mai.	No. 1) 83,1 Pfd.	No. 2) 65,8 Pfd.	Sa. 148,9 Pfd.
15. » 16. »	» 1) 86,2 »	» 2) 66,1 »	» 152,3 »
Zunahme in 8 Tagen	No. 1) 3,1 Pfd.	No. 2) 0,3 Pfd.	Sa. 3,4 Pfd.

Lebendgewichte der Schrotabtheilung

8. u. 9. Mai.	No. 1) 65,3 Pfd.	No. 2) 63,6 Pfd.	Sa. 128,9 Pfd.
15. » 16. »	» 1) 65,4 »	» 2) 63,7 »	» 129,1 »
Zunahme in 8 Tagen	No. 1) 0,1 Pfd.	No. 2) 0,1 Pfd.	Sa. 0,2 Pfd.

Dass bei derartigen Zuständen ein Vergleich zwischen der Nährfähigkeit beider Abtheilungen nicht angestellt werden kann, ist selbstverständlich.

Es kann dies erst geschehen von der hierauffolgenden Woche, vom 16. Mai ab, wo die Schrotabtheilung nicht mehr laxirt und wieder normale Ernährungsverhältnisse aufweist und diese desshalb mit der Gedeihlichkeit des Futters der Fleischmehlabtheilung wieder vergleichbar werden.

Vom 16. Mai bis mit 4. Juni, in 20 Tagen, verzehrt:

Die Fleischmehlabtheilung				
	23,0 Pfd. Fleischmehl	43,0 Pfd. Schrot	120 Pfd. Rüben	33,9 Pfd. Heu.
Die Schrotabtheilung				
	0 Pfd. Fleischmehl	67,5 » »	120 » »	29,7 » »
Die Fleischmehlabtheilung				
	+ 23,0 Pfd. Fleischm.	— 24,5 Pfd. Schrot	0 Pfd. Rüb.	+ 4,2 Pfd. Heu.

Im Futter der Fleischmehlabtheilung

26,9 Pfd. Protein 59,70 Pfd. Nfr. + Fett $\frac{\text{Nh : Nfr. + Fett]}}{1 : 2,2.}$

Im Futter der Gerstenschrotabtheilung

12,6 Pfd. Protein 68,20 » » » 1 : 5,4.

Die Lebendgewichte in der Fleischmehlabtheilung

am 15. u. 16. Mai.	No. 1) 86,24 Pfd.	No. 2) 66,1 Pfd.	Sa. 152,3 Pfd.
» 4. Juni	» 1) 93,3 »	» 2) 73,3 »	» 166,6 »
Zunahme in 20 Tagen	No. 1) 7,1 Pfd.	No. 2) 7,2 Pfd.	Sa. 14,3 Pfd.

Die Lebendgewichte in der Gerstenschrotabtheilung

am 15. u. 16. Mai.	No. 1)	65,4 Pfd.	No. 2)	63,75 Pfd.	Sa.	129,2 Pfd.
» 4. Juni.	» 1)	71,0 »	» 2)	69,76 »	»	140,8 »
Zunahme in 20 Tagen	No. 1)	5,6 Pfd.	No. 2)	6,0 Pfd.	Sa.	11,6 Pfd.

Zur Feststellung des Nährwerthes des Gerstenschrotes in diesem Abschnitte sind in Uebereinstimmung mit dem Vorhergehenden zunächst diejenigen Futtermengen mit ihren Nährstoffen in Abrechnung zu bringen, die an sich zur Production von Lebendgewicht nicht ausreichend gefunden wurden: pro Tag und 100 Pfd. Lamm 0,155 Pfd. verdauliche Proteinsubstanz und 1,03 Pfd. verdauliche Nfr. Stoffe.

In Folge der verstärkten Schrot- und Fleischmehlaufnahme ist in diesem Abschnitte weniger Rauhfutter verzehrt; es sind desshalb und auch in Folge der gleichzeitig abgeschwächten Rübengabe die verzehrten Rüben- und Heumengen nicht ausreichend, das verlangte geringe Quantum an Nährstoffen zu bieten.

In der Schrotabtheilung liefern Heu und Rüben pro Tag nur 0,138 Pfd. verdauliches Protein und 1,043 Pfd. verdauliche Nfr. Stoffe und in der Fleischmehlabtheilung nur 0,148 Pfd. verdauliches Protein und 1,103 Pfd. verdauliche Nfr. Stoffe.

Wenn aber pro Tag und 100 Pfd. Lebendgewicht 0,155 Pfd. nh. und 1,03 Pfd. Nfr. Stoffe geboten werden sollen, alsdann verlangt die Schrotabtheilung mit 129,2 Pfd. Lebendgewicht pro Tag = 0,200 Pfd. nh. und 1,330 Pfd. Nfr. Stoffe. Die Fleischmehlabtheilung mit 152,3 Pfd. Lebendgewicht = 0,236 Pfd. nh. und 1,566 Pfd. Nfr. Stoffe.

Das ist ein Ausfall an Nährstoffen in der Schrotabtheilung von täglich 0,072 Pfd. nh. und 0,287 Pfd. nfr. Stoffe; in 20 Tagen von 1,440 Pfd. Protein und 5,740 Pfd. Nfr. Stoffen, die durch 11 Pfd. Gerstenschrot, enthaltend 1,43 Pfd. nh. und 6,90 Pfd. Nfr. Stoffe, gedeckt werden.

In der Fleischmehlabtheilung fehlen pro Tag 0,088 Pfd. nh. und 0,463 Pfd. Nfr. Stoffe; in 20 Tagen = 1,76 Pfd. nh. und 9,3 Pfd. Nfr. Stoffe, die durch 14 Pfd. Schrot ent-

haltend = 1,82 Pfd. Protein und 8,79 Pfd. Nfr. Stoffe zu decken [1]).

Diese 11 Pfd. und 14 Pfd. Schrot fallen demnach bei der Berechnung des eigentlichen Productionsfutters aus; von 67,5 Pfd. Schrot in der Schrotabtheilung verzehrt sind nur 56,5 Pfd. und in der Fleischmehlabtheilung von 43,0 Pfd. nur 29,0 Pfd. Schrot als productiv anzusehn.

Da nun die Schrotabtheilung in 20 Tagen 11,6 Pfd. an Lebendgewicht producirt und diese geleistete Production durch 56,5 Pfd. Schrot hervorgebracht ist, so sind zur Hervorbringung von 1 Pfd. Lebendgewichtszunahme 4,87 Pfd. Schrot erforderlich.

Darnach haben die als Productionsfutter restirenden 29,0 Pfd. Schrot in der Fleischmehlabtheilung = 5,95 Pfd. Lebendgewichtszunahme bewirkt.

Diese Abtheilung producirt aber in Summa 14,3 Pfd. an Lebendgewicht, davon in Abzug gebracht die 5,95 Pfd. Zunahme durch Schrot, bleiben Rest 8,35 Pfd. durch 23,0 Pfd. verzehrtes Fleischmehl hervorgebracht, womit der Nährwerth des Fleischmehls Ausdruck erhält.

1 Pfd. Fleischmehl bewirkt 0,363 Pfd. Zunahme oder 2,75 Pfd. Fleischmehl sind zur Production von 1 Pfd. Lebendgewichtszunahme erforderlich.

In kurzer Uebersicht sind die Versuchsergebnisse bis hierher wie folgt zusammengestellt:

1) Den Nähreffect des Fleischmehles bei Lämmern betreffend:

---

[1]) Da über die Verdaulichkeit der Nährstoffe des Gerstenschrots bei Schafen mir Nichts bekannt, so nahm ich Protein und Nfr. Stoffe der Gerste als voll verdaulich in Rechnung, was jedenfalls nicht zutreffend ist nach Analogie der Verdaulichkeit des Hafer-, des Bohnenschrots, deren Nährstoffe zwar sehr hoch, aber doch nicht voll verdaulich sind. Vergl. Verdaulichkeit der Futterstoffe nach Dietrich und König. Berlin 1874. S. 64.

vor der Schur. Abschnitt I.
auf 3,12 Pfd. Fleischmehl lässt sich keine Lebendgewichtszunahme berechnen,
Abschnitt II.
» 2,30 » Fleischmehl lässt » 1 Pfd. » »
Abschnitt III.
» 3,60 » Fleischmehl lässt » 1 » » »
Abschnitt IV.
» 2,30 » Fleischmehl lässt » 1 » » »
Abschnitt V.
» 4,50 » Fleischmehl lässt » 1 » » »

---

im Durchschnitt II. III. IV. V.
auf 3,17 Pfd. Fleischmehl lässt sich 1 Pfd. Lebendgewichtszunahme berechnen,
nach der Schur. Abschnitt VI.
auf 2,75 Pfd. Fleischmehl lässt sich 1 Pfd. » »

Nährstoffverhältnisse im Futter		nh.	:	nfr. Stoffen.
Abschnitt	I.	1	:	4,3
»	II.	1	:	3,9
»	III.	1	:	3,0
»	IV.	1	:	3,6
»	V.	1	:	2,7
»	VI.	1	:	2,2.

2) Den Nähreffect des Gerstenschrots betreffend:

vor der Schur. Abschnitt V.
auf 3,90 Pfd. Schrot lässt sich 1 Pfd. Lebendgewichtszunahme berechnen,
nach der Schur. Abschnitt VI.
auf 4,87 Pfd. Schrot lässt sich 1 Pfd. » »

Das Nährstoffverhältniss im Schrotfutter erweitert sich von Abschnitt I. bis V. von 1 : 5,2 bis 1 : 6,0; in Abschnitt VI. ist dasselbe = 1 : 5,4.

Der Nähreffect des Fleischmehls ist kein constanter: Derselbe erscheint nicht erhöht bei grösserer Concentration des Futters; auch tritt derselbe reiner Pflanzenkost gegenüber und bei erweiterten Nährstoffverhältnissen in derselben nicht intensiver hervor: derselbe ist aber ein geringerer bei Thieren unter der Wolle und ein höherer bei geschorenen Thieren. Mit dieser letzteren ganz naturgemässen Erscheinung stimmt der Nähreffect des Gerstenschrotes nicht überein. Nach der Schur ist eine grössere Menge an Schrot zur Production von 1 Pfd. Lebendgewichtszunahme berechnet als vor der Schur.

Wenn auch einestheils hieran Schuld hat, dass die Schrotnährstoffe als voll verdaulich in Rechnung genommen und desshalb der geringere Theil des verzehrten Schrotes dem productionslosen Futter zufällt, der grössere Theil aber für die Production überbleibt, so würde doch anderntheils, wenn die Rechnungsunterlagen dazu geführt hätten, den Nähreffect des Schrotes naturgemässer hinzustellen, wiederum dabei der Nähreffect des Fleischmehls mehr herabgedrückt erscheinen: Wechselwirkungen, die sich meines Erachtens nach nicht von einander trennen lassen.

Nach den Ergebnissen des Versuches wird es zulässig sein, dem Nähreffecte des Fleischmehls und des Gerstenschrotes bei Lämmern damit Ausdruck zu geben, dass man sagt:

3,0 Pfd. Fleischmehl waren durchschnittlich zur Production von 1 Pfd. Lebendgewicht erforderlich und gleiche Productionskraft besassen durchschnittlich, 4,4 Pfd. Gerstenschrot.

Nachträglich sei es gestattet hier noch einmal kurz des separat aufgestellten Lammes zu gedenken, welches vom 1. Novbr. bis 19. Decbr. nur mit Wiesenheu, vom 20. Decbr. ab mit Rüben und Heu und vom 31. Januar ab mit Rüben, Heu, Gerstenschrot und Fleischmehl gefüttert wurde bis zum 4. Mai, in 93 Tagen.

Nachstehende Tabelle (A.) zeigt Futterverzehr und Lebendgewichtszunahme übersichtlich.

Tabelle A.

Das separat aufgestellte Lamm, vom 31. Januar bis 4. Mai: vom Beginn der Fleischmehlfütterung bis zur Schur. Wöchentlicher Futterverzehr und wöchentliche Zunahme an Lebendgewicht. Summa in 93 Tagen.

(Tabelle nebenstehend).

	Fleisch-mehl in Grm.	Gersten-schrot	Rüben	Heu	Lebend-gewichts-zunahme
		Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
vom 31. Januar bis 6. Februar	200	5,25	7,0	2,61	1,45
» 7. Februar bis 13. »	370	3,75	7,0	1,67	0,38
» 14. Februar » 20. »	560	5,25	7,0	2,63	2,15
» 21. Februar » 27. »	560	5,25	7,0	3,42	1,23
» 28. Februar » 6. März	555	5,03	13,42	3,35	1,79
» 7. März » 13. »	560	5,25	21,0	2,32	2,03
» 14. März » 20. »	490	4,65	24,8	2,17	1,35
» 21. März » 27. »	525	4,90	26,2	3,38	2,15
» 28. März » 3. April	893	5,10	31,2	3,78	2,51
» 4. April » 10. »	1115	4,07	31,8	3,59	1,21
» 11. April » 17. »	1230	4,53	35,0	3,79	2,54
» 18. April » 24. »	1217,5	4,51	35,0	3,36	1,29
» 15. April » 1. Mai	1205	4,44	35,0	4,04	0,50
» 2. Mai » 4. »	550	2,01	15,0	2,24	2,68
	10030,5	63,99	296,42	42,35	23,26

Wolle, geschoren am 4. Mai 3,24

Gewichtszunahme nach Abzug der Wolle 20,02

NB. pro Tag 0,34 Pfd. Heuhäcksel
im Schrot und Fleischmehl
in 92 Tagen 31,3 Pfd. Heu.

In Sa. Heu verzehrt 73,65 Pfd.
pro Tag 0,80 »

Zum Vergleich der Ernährungsverhältnisse dieses Thieres mit denen der Versuchsabtheilungen, ist für jede Abtheilung ebenfalls vom 31. Januar ab bis zum 4. Mai der Futterverzehr und die Production an Lebendgewicht berechnet beziehentlich auf ein Durchschnittsthier jeder Abtheilung wie folgt:

Vom 31. Januar bis 4. Mai, in 93 Tagen,

verzehrt das separat aufgestellte Lamm:

20,06 Pfd. Fleischm. 64,0 Pfd. Gerstenschr. 296,4 Pfd. Rüben 73,6 Pfd. Heu.

Es wog am 30. u. 31. Januar = 43,2 Pfund
» » » 4. Mai = 66,4 »

Zunahme in 93 Tagen 23,2 Pfd. 23,2 Pfd.

verzehrt die Fleischmehlabtheilung:

	Fleischmehl	Gerstenschrot	Rüben	Heu
2 Thiere	65,34 Pfd.	140,82 Pfd.	632,0 Pfd.	173,53 Pfd.
1 Thier	32,67 »	70,41 »	316,0 »	86,76 »

			durchschnittlich 1 Thier	
Es wogen am 30. u. 31. Januar				
No. 1) 59,42 Pfd.	No. 2) 48,34 Pfd.	Sa. 107,8 Pfd.	53,9 Pfd.	
Es wogen am 4. Mai				
No. 1) 87,80 Pfd.	No. 2) 69,50 »	» 157,3 »	78,6 »	
Zunahme in 93 Tagen				
No. 1) 28,38 Pfd.	No. 2) 21,16 Pfd.	Sa. 49,54 Pfd.	24,7 Pfd.	24,7 Pfd.

verzehrt die Gerstenschrotabtheilung:

	Fleischmehl	Gerstenschrot	Rüben	Heu
2 Thiere	0 Pfd.	153,5 Pfd.	632,0 Pfd.	164,12 Pfd.
1 Thier	0 »	76,75 »	316,0 »	82,06 »

			durchschnittlich 1 Thier	
Es wogen am 30. u. 31. Januar				
No. 1) 51,6 Pfd.	No. 2) 45,5 Pfd.	Sa. 97,1 Pfd.	48,5 Pfd.	
Es wogen am 4. Mai				
No. 1) 67,9 Pfd.	No. 2) 66,4 »	» 134,3 »	67,1 »	
Zunahme in 93 Tagen				
16,3 Pfd.	No. 2) 20,9 Pfd.	Sa. 37,2 Pfd.	18,6 Pfd.	18,6 Pfd.

Die Körpergewichtszunahmen des Separatthieres sind demnach ganz entsprechend der durchschnittl. Zunahme eines Fleischmehlthieres und dabei überlegen der Lebendgewichtszunahme eines durchschnittl. Schrotthieres, und 4,6 Pfd.

Zur Ermittlung des Nähreffectes des Fleischmehls beim Separatthiere ist wie im Abschnitte V. u. VI. zunächst geprüft, ob die in 93 Tagen verzehrten Rüben und Heumengen ihrer Nährstoffgehalte nach als productionslos anzunehmen sind. Ein derartiges Futter enthielt (wie bei eben diesem Thiere Abschnitt V. ermittelt ward) an verdaulichen Nährstoffen pro Tag und 100 Pfd. Lebendgewicht 0,155 Pfd. Nh. und 1,03 Pfd. Nfr. Stoffe; für das 43,2 Pfd. schwere Lamm also pro Tag 0,067 Pfd. Nh. und 0,450 Pfd. Nfr. Stoffe. Geboten sind durch Heu und Rüben pro Tag 0,073 Pfd. Nh. und 0,556 Pfd. Nfr. Stoffe, es stellt sich also ein kleiner Ueberschuss heraus. Gleiches gilt vom Heu- und Rübenfutter der Fleischmehl- und Schrotabtheilung, auch in 93 Tagen verzehrt; für sämmtliche Thiere habe ich desshalb ohne Weiteres die in 93 Tagen verzehrten Schrot- resp. Fleischmehlschrotmengen als reines Productionsfutter angenommen.

Darnach haben die in der Schrotabtheilung verzehrten 76,75 Pfd. Schrot die vorhandenen 18,6 Pfd. Lebendgewichtszunahme erzeugt: mithin bewirken 4,1 Pfd. Schrot 1 Pfd. Zunahme; in der Fleischmehlabtheilung kommen dann auf 70,4 Pfd. verzehrtes Schrot 17,6 Pfd. Körpergewichtszunahme; 24,7 Pfd. hatte ein Durchschnittsthier im Ganzen an Gewicht zugenommen; die restirenden 7,1 Pfd. der Zunahme sind dann durch 32,7 Pfd. verzehrtes Fleischmehl producirt: Darnach 4,7 Pfd. Fleischmehl = 1 Pfd. Lebendgewichtszunahme.

Beim Separatthier bewirken 64,0 Pfd. verzehrtes Schrot 16,0 Pfd. Lebendgewichtszunahme; das Thier hat aber in 93 Tagen um 23,2 Pfd. an Lebendgewicht zugenommen, folglich sind die überbleibenden 7,2 Pfd. Lebendgewichtszunahme durch 20,06 Pfd. verzehrtes Fleischmehl hervorgebracht.

Darnach 2,77 Pfd. Fleischmehl = 1 Pfd. Zunahme.

Der Nähreffect des Gerstenschrotes entspricht sehr nahezu den zu Ende des VI. Abschnittes dafür angenommenen Werth von = 4,4 Pfd. Schrot, erforderlich zu 1 Pfd. Lebendgewichtszunahme; der Nähreffect des Fleischmehls dagegen wird etwas herabgedrückt: vorher waren 3 Pfd., jetzt sind durchschnittlich 3,75 Pfd. Fleischmehl erforderlich zur Production von 1 Pfd. Lebendge-

wichtszunahme. Der beobachtete Futterverzehr des Separatthieres und seine dabei geleisteten Lebendgewichtszunahmen, verglichen mit dem durchschnittlichen Futterconsum und Lebendgewichtszunahme der Fleischmehlabtheilung, führen dazu (da die Gewichtszunahmen des Thieres No. 2 in der Fleischmehlabtheilung denen des Separatthieres sehr ähnlich sind = 21,2 Pfd. gegen 23,2 Pfd.), anzunehmen, dass das Fleischmehlthier No. 2 nur etwa gleiche Futtermengen verzehrte, wie das Separatthier. Wenn dies angeht, dann lässt sich die stärkere Gewichtszunahme des Fleischmehlthieres No. 1 = 28,4 Pfd. in ganz natürlicher Weise durch vermehrte Futteraufnahme erklären, ein Mehrverzehr, der nicht allein aus Fleischmehl, sondern auch aus Schrot besteht, so dass in keiner Weise dem Fleischmehl ein absonderlicher Nähreffect für dieses Thier untergeschoben zu werden braucht.

Thatsache ist, dass das Thier No. 1 ein vorzüglicher Fresser war.

				Heu.
Das Separatthier verzehrte				
	20,0 Pfd. Fleischmehl	64,0 Pfd. Schrot	296,4 Pfd. Rüben	73,6 Pfd.
Ein Durchschnittsthier der Fleischmehlabtheilung				
	32,7 Pfd. Fleischmehl	70,4 Pfd. Schrot	316,0 Pfd. »	86,7 »
Ein Durchschnittsthier der Fleischmehlabtheilung				
	+ 12,7 Pfd. Fleischm.	+ 6,4 Pfd. Schrot	+ 19,6 Pfd. Rüben	+ 13,1 Pfd. Heu.

Dieser Mehrconsum, bezogen auf das Fleischmehlthier No. 1 mit einer Mehrproduction von 5,2 Pfd. Lebendgewicht = (28,4 — 23,2 = 5,2 Pfd.), bedingt diese ganz folgerecht, sobald der soeben gefundene Nährwerth des Schrotes und Fleischmehles der Berechnung untergelegt wird. Denn

	Lebendgewichtszunahme		
4,1 Pfd. Schrot	: 1 Pfd.	= 6,4 Pfd. Schrot	: 1,6 Pfd.
3,75 » Fleischmehl	: 1 »	= 12,7 » Fleischm.	: 3,4 »
		In Summa	5,0 Pfd. Lebendgewichtszunahme.

Die Schlachtresultate.

Die Thiere beider Abtheilungen wurden ausgeschlachtet und sind die Ergebnisse des Ausschlachtens in der gewohnten Form zusammengestellt.

Fleischmehlabtheilung	No. 1)	No. 2)	Gerstenschrotabtheilung	No. 1)	No. 2)
	Pfd.	Pfd.		Pfd.	Pfd.
Lebendgewicht vor d. Schlachten	93,33	73,26	Lebendgewicht vor d. Schlachten	71,00	69,76
1. Blutmenge	3,83	3,00	1. Blutmenge	3,00	2,50
2. Fell mit Beinen	7,17	6,24	2. Fell mit Beinen	5,90	6,34
3. Kopf mit Zunge	3,17	2,67	3. Kopf mit Zunge	2,64	2,67
4. Herz	0,34	0,34	4. Herz	0,24	0,34
5. Lunge und Luftröhre	1,57	2,00	5. Lunge und Luftröhre	1,57	1,84
6. Leber und Gallenblase	1,64	1,47	6. Leber und Gallenblase	0,97	1,17
7. Milz	0,14	0,24	7. Milz	0,14	0,24
8. Schlund und Magen leer	2,50	2,17	8. Schlund und Magen leer	1,84	2,67
9. Gedärme leer	1,84	1,67	9. Gedärme leer	1,75	1,84
10. Fett am Magen u. Darm	6,50	4,42	10. Fett am Magen u. Darm	3,30	3,25
11. Magen, Darminhalt	8,00	9,01	11. Magen, Darminhalt	9,24	10,00
12. Rumpf u. die 4 Viertel	53,34	38,50	12. Rumpf u. die 4 Viertel	37,00	35,67
13. Nierenfett abgeschätzt zu	1,25	0,75	13. Nierenfett abgeschätzt zu	0,50	0,40
14. Gesammtgew. d. gew. Theile	90,04	71,73	14. Gesammtgew. d. gew. Theile	67,59	68,53
15. Lebendgew. : Schlachtgew. = 100 : x	57,1	52,5	15. Lebendgew. : Schlachtgew. = 100 : x	52,1	51,1

Im Verhältniss des Lebendgewichtes zum Schlachtgewichte, schlachtet durchschnittlich die Fleischmehlabtheilung besser aus

(um 3 %) als die Schrotabtheilung. Das Thier No. 1 der Fleischmehlabtheilung noch etwas besser, um 5 %.

Hierin schon liegt die in Etwas, aber doch nur um ein Geringes, vermehrte Productivität des Fleischmehlfutters, dem Gerstenschrotfutter gegenüber, ausgesprochen, die wesentlich bedingt ist durch die ausserordentlich günstigen Ernährungsverhältnisse des Fleischmehlthieres No. 1. Es wird der Nährfähigkeit des Fleischmehls durch die Schlachtresultate in keiner Weise ein höherer Platz angewiesen, als ihr bereits durch die Versuchsergebnisse eingeräumt war.

Diese, die Schlachtresultate, lassen es aber zu, den Einfluss des Fleischmehls auf die Ernährung der Thiere im noch ausgedehnteren Zeitraum zu beurtheilen, als es vorher geschah.

Alles, was an Fleisch, Fett, Blut u. s. w. von den Thieren der Fleischmehlabtheilung mehr ausgeschlachtet wurde, als von denselben der Schrotabtheilung, kann mit deren Mehrverzehr an Fleischmehl seit Beginn der Fütterung damit, also vom 1. Decbr. ab bis zum Schlachttage innerhalb 186 Tagen, in Beziehung gebracht werden.

In dieser Zeit verzehrt die Fleischmehlabtheilung 100,30 Pfd. Fleischmehl + 289,8 Pfd. Gerstenschrot. Die Gerstenschrotabtheilung 338,0 Pfd. Schrot. Die verzehrten Rüben und Heumengen als productionslos angesehen, desgl. nach Abschnitt VI. 14,0 Pfd. Schrot in der Fleischmehlabtheilung, und 10,0 Pfd. Schrot in der Schrotabtheilung, so bilden

in der Fleischmehlabtheilung
100,30 Pfd. Fleischmehl u. 275,8 Pfd. Schrot Productionsfutter
in der Schrotabtheilung
0 Pfd. Fleischmehl » 328,0 » » »

An Schrot hat die Schrotabtheilung 52,2 Pfd. mehr verzehrt als die Fleischmehlabtheilung.

Wenn 4,4 Pfd. Gerstenschrot gleichwerthig ihres Nähreffects zu Folge mit 3,0 Pfd. Fleischmehl sind (Abschnitt VI), dann entsprechen 32,2 Pfd. Schrot in ihrem Nähreffecte 35,6 Pfd. Fleischmehl, die in Abzug zu bringen sind von 100,3 Pfd. Fleischmehl.

Es bleibt alsdann in der Fleischmehlabtheilung ein reiner

Mehrverzehr von 64,7 Pfd. Fleischmehl bestehen: der Nähreffect dieses ist aber, auf die Schlachtresultate bezogen, folgender:

Beide Fleischmehlthiere liefern
91,84 Pfd. Schlachtgewicht (Rumpf u. die 4 Viertel)
» Gerstenschrotthiere liefern
72,67 Pfd. Schlachtgewicht (» » » 4 »

Die Fleischmehlthiere mehr
19,17 Pfd. = 21 %.

Beide Fleischmehlthiere liefern 10,9 Pfd. Fett am Magen und Darm
» Gerstenschrotthiere » 6,5 » » » » » »

Die Fleischmehlthiere mehr 4,4 Pfd. = 40,3 %.

Beide Fleischmehlthiere liefern 6,83 Pfd. Blut
» Gerstenschrotthiere » 5,50 » »

Die Fleischmehlthiere mehr 1,33 Pfd. = 19,5 %.

Es haben die Fleischmehlthiere in Summa an Fleisch, Fett, Blut mehr ausgeschlachtet

= 24,9 Pfd. rund = 25 Pfund.

Diese bezogen auf 64,7 Pfd. verzehrtes Fleischmehl, lassen zur Erzeugung von 1 Pfd. Fleisch, Fett, Blut 2,58 Pfd. Fleischmehl erforderlich sein oder 1 Pfd. Fleischmehl erzeugt 0,386 Pfd. Fleisch, Fett, Blut.

Man kann die Rechnung auch noch weiter auf die innern Organe ausdehnen; denn es sind, mit Ausnahme von Milz und Darm, der Schrotabtheilung gegenüber

bei der Fleischmehlabtheilung die	Herzen	schwerer	um	0,10 Pfd.
»	Lungen	»	»	0,16 »
»	Lebern	»	»	0,97 »
»	Magen	»	»	0,16 »
			Sa. =	1,39 Pfd.

Womit alsdann die Mehrproduction der Fleischmehlabtheilung an Fleisch, Fett, Blut inclusive des Uebergewichtes genannter Organe

auf = 26,4 Pfd. steigt,

und 2,4 Pfd. Fleischmehl erforderlich sind, um 1 Pfd. dieser Mehrproduction hervorzurufen oder 1 Pfd. Fleischmehl zur

Mehrproduction von 0,40 Pfd., wobei aber doch das Resultat dasselbe bleibt.

Die Wolle.

Wie schon früher einmal, so wurde auch hier, zum bessern Vergleich der Beschaffenheit der Wollen von der gleichen Körperstelle der verschiedenen Versuchsthiere entnommen, jedem Thiere am linken Schulterblatt 10 Cm. Quadratfläche Wolle abgeschoren; diese sofort gewogen und weiter untersucht.

Das Ergebniss der Schur dann am nemlichen Tage, wonach die Vliesse der Fleischmehlthiere schwerer wogen, als diese der Schrotthiere, veranlasste eine eingehendere Untersuchung der Vliesse. Jedes für sich wurde im Flusse gewaschen; lufttrocken als flussgewaschne Wolle gewogen und von diesen wurden dann Einzelproben entnommen zur Bestimmung der eigentlichen Trockensubstanz bei 110 °C. und ihres Fettgehaltes; die entfettete Wolle wurde ausgeschüttelt und ausgeklopft, um die darin sitzenden Unreinigkeiten zu entfernen; dann getrocknet bei 110 °C. und als reine entfettete Wolle gewogen.

Zunächst folgen die Wollproben von 10 Cm. □ Fläche am Schulterblatt abgeschoren:

In der Fleischmehlabtheilung geschoren von Lamm
No. 1) 14,737 Grm. No. 2) 17,749 Grm. Sa. 32,486 Grm. rohe Wolle.
In der Schrotabtheilung geschoren von Lamm
No. 1) 16,097 Grm. No. 2) 10,711 Grm. » 26,808 » » »

In der Fleischmehlabtheilung mehr geschoren + 5,678 Grm. rohe Wolle.

In der Fleischmehlabtheilung lieferte Lamm
No. 1) 8,612 Grm. No. 2) 11,604 Grm. Sa. 20,216 Grm. flussgewaschene Wolle.
In der Schrotabtheilung lieferte Lamm
No. 1) 9,910 Grm. No. 2) 6,641 Grm. » 16,551 » » »

In der Fleischmehlabtheilung mehr + 3,665 Grm. flussgewaschene Wolle.

In 100 Theilen der Trockensubstanz besteht

die Wolle der Fleischmehlthiere:

aus

Lamm No. 1)		Lamm No. 2)	
18,25 %	Fett	22,86 %	Fett
79,00 »	reiner Wolle	75,56 »	reiner Wolle
2,75 »	Schmutz	3,58 »	Schmutz
100,0 %		100,0 %	

die Wolle der Gerstenschrotthiere:

aus

Lamm No. 1)		Lamm No. 2)	
20,4 %	Fett	31,18 %	Fett
70,0 »	reiner Wolle	63,82 »	reiner Wolle
9,6 »	Schmutz	4,60 »	Schmutz
100,0 %		100,0 %	

und in 100 Theilen ihres natürlichen Zustandes nach der Flusswäsche

die Wolle der Fleischmehlthiere:

Lamm No. 1)		Lamm No. 2)	
12,2 %	Wasser	10,9 %	Wasser
16,0 »	Fett	20,37 »	Fett
69,4 »	reiner Wolle	65,54 »	reiner Wolle
2,4 »	Schmutz	3,19 »	Schmutz
100,0 %		100,0 %	

die Wolle der Gerstenschrotthiere:

Lamm No. 1)		Lamm No. 2)	
8,5 %	Wasser	8,2 %	Wasser
18,6 »	Fett	28,6 »	Fett
64,1 »	reiner Wolle	58,6 »	reiner Wolle
8,8 »	Schmutz	4,6 »	Schmutz
100,0 %		100,0 %	

Hiernach liefert

In der Fleischmehlabtheilung Lamm
No. 1) 5,980 Grm. No. 2) 7,605 Grm. Sa. 13,585 Grm. reine Wolle.

In der Gerstenschrotabtheilung Lamm
No. 1) 6,352 Grm. No. 2) 3,890 Grm. » 10,242 » » »

Die Fleischmehlabtheilung mehr + 3,343 Grm. reine Wolle.

Nach dieser Zusammenstellung erscheint es so, als ob die stickstoffreichere Nahrung der Fleischmehlabtheilung mehr Wolle erzeugt hätte: bei näherer Betrachtung zeigt sich aber das Resultat keineswegs stichhaltig; es ist bedingt durch die auffallende Wollenarmuth des Schrotthieres No. 2 und trifft nicht zu für das Schrotthier No. 1, welches an roher, flussgewaschner und reiner entfetteter Wolle mehr liefert als das Fleischmehlthier No. 1.

Die geschorenen Vliesse der Versuchsthiere.

In der Fleischmehlabtheilung geschoren von Lamm
No. 1) 3,24 Pfd. No. 2) 3,30 Pfd. Sa. 6,54 Pfd. rohe Wolle.
In der Schrotabtheilung von Lamm
No. 1) 2,75 Pfd. No. 2) 1,90 » » 4,65 » » »

In der Fleischmehlabtheilung mehr geschoren + 1,89 Pfd. rohe Wolle.

In der Fleischmehlabtheilung lieferte Lamm
No. 1) 2,17 Pfd. No. 2) 2,07 Pfd. Sa. 4,24 Pfd. flussgewaschne Wolle.
In der Schrotabtheilung lieferte Lamm
No. 1) 1,84 Pfd. No. 2) 1,10 Pfd. » 2,94 » » »

Die Fleischmehlabtheilung liefert mehr + 1,30 Pfd. flussgewaschne Wolle.

In 100 Theilen der Trockensubstanz besteht die flussgewaschne Wolle

die Wolle der Fleischmehlthiere:

aus

Lamm No. 1)		Lamm No. 2)	
26,7 %	Fett	19,3 %	Fett
64,2 »	reiner Wolle	71,6 »	reiner Wolle
9,1 »	Schmutz	9,1 »	Schmutz
100,0 %		100,0 %	

die Wolle der Gerstenschrotthiere:

aus

Lamm No. 1)		Lamm No. 2)	
21,0 %	Fett	28,7 %	Fett
67,8 »	reiner Wolle	59,6 »	reiner Wolle
11,2 »	Schmutz	11,7 »	Schmutz
100,0 %		100,0 %	

In 100 Theilen ihres natürlichen Zustandes nach der Flusswäsche bestand

die Wolle der Fleischmehlthiere:

aus

Lamm No. 1)		Lamm No. 2)	
9,00 %	Wasser	10,0 %	Wasser
24,30 »	Fett	17,4 »	Fett
58,40 »	reiner Wolle	64,4 »	reiner Wolle
8,3 »	Schmutz	8,2 »	Schmutz
100,0 %		100,0 %	

die Wolle der Gerstenschrotthiere:

aus

Lamm No. 1)		Lamm No. 2)	
9,7 %	Wasser	8,4 %	Wasser
18,9 »	Fett	26,3 »	Fett
61,2 »	reiner Wolle	54,6 »	reiner Wolle
10,2 »	Schmutz	10,7 »	Schmutz
100,0 %		100,0 %	

Hiernach liefert

In der Fleischmehlabtheilung Lamm No. 1) 1,270 Pfd. Lamm No. 2) 1,330 Pfd. Sa. 2,60 Pfd reiner Wolle.

In der Gerstenschrotabtheilung Lamm No. 1) 1,130 Pfd. Lamm No. 2) 0,600 » » 1,73 » » »

Die Fleischmehlabtheilung mehr + 0,87 Pfd. reiner entfetteter Wolle.

Ein gleiches Resultat mit den einzelnen Wollproben geben die ganzen Vliesse: auch hier hat die Fleischmehlabtheilung mehr an reiner Wolle producirt, als die Schrotabtheilung und zwar erscheint das Resultat auch reiner, weil beide Thiere der Schrotabtheilung weniger an roher, flussgewaschner und reiner entfetteter Wolle liefern, als beide Fleischmehlthiere.

Dennoch betrachte ich das Resultat mehr als ein zufälliges, und durchaus nicht als vollgültig für die Beweisführung, dass das stickstoffreichere Fleischmehl mehr Wollsubstanz erzeugt, als das stickstoffärmere Gerstenschrot; und zwar desshalb nicht, weil die Wolle des Gerstenschrotthieres No. 2 auffallend ihrer Zusammensetzung nach contrastirt mit den übrigen Wollen. Sie erscheint nicht sowohl in der Einzelprobe, vom Schul-

terblatt entnommen, weit fettreicher als die übrigen Proben, 31,2 % Fett gegen 20,4 %, 22,9 % und 18,25 % Fett; sondern auch im ganzen Vliesse: 28,7 % Fett gegen 21,0 %, 19,3 % u. 26,7 % Fett; in Folge dessen enthält sie auch dem andern Schrotthiere gegenüber auffallend geringere Mengen an reiner Wollsubstanz, 6,2 bis 8,2 % weniger; während die Wolle dieses Schrotthieres No. 2 an Fett- und Wollensubstanz durchschnittlich fast dieselben Mengen enthält, wie die Wolle der Fleischmehlthiere.

Es ist von vornherein erwähnt, dass die Versuchsthiere nicht von gleicher Raçe und Körperform waren, auch waren sie am 1. Decbr. beim Beginn des Versuchs nicht mehr gleich an Körpergewicht und hat sich ihre Verschiedenartigkeit in der Ernährungsweise während der Dauer des Versuchs wiederholt bekundet; soll aber darüber entschieden werden, ob stickstoffreicheres Futter mehr Wollsubstanz auf dem Körper erzeugt, als stickstoffärmeres, dann ist doch wohl die erste Bedingung dabei, gleichalterige Thiere von gleicher Raçe und Körperform u. s. w. zum Versuch auszusuchen.

Die chemisch-physiologischen Erscheinungen, die sich bei der Verfütterung des Fleischmehls an Schafe beziehendlich der Beschaffenheit des Darmkothes und Harns, beziehendlich der Verdaulichkeit des Fleischmehls und des Ortes seiner Verdaulichkeit, beziehendlich der Beschaffenheit des Fleisches der mit Fleischmehl gefütterten Thiere, ergaben.

Der Harn der Fleischmehlabtheilung war während der Dauer des ganzen Versuches alkalischer Reaction auch in der letzten Zeit, als die grösste Gabe von Fleischmehl pro Kopf 3/4 Pfd. erfolgte.

Ich hebe dies hervor, zum Unterschiede vom Pferdeharn, der bei Fleischmehlfutter stark sauer wurde[1]).

Im Verhältniss zum Körpergewichte bekamen aber die Schafe mehr Fleischmehl als das Pferd. Das Pferd mit 923 Pfunden Lebendgewicht bekam täglich 3 Pfd. Fleischmehl;

[1]) Bericht über das Veterinärwesen 1873. S. 107.

152 Pfd. Schaf dagegen 1 Pfd. Fleischmehl; 925 Pfd. Schaf hätten darnach 6 Pfd. Fleischmehl pro Tag erhalten, also die doppelte Menge des Pferdeantheils; oder was dasselbe:

1000 Pfd.	Pferd	erhalten	3,25 Pfd.	Fleischmehl
1000 »	Schaf	»	6,50 »	»

und dennoch blieb der Harn alkalisch, wie er auch in der Gerstenschrotabtheilung stets alkalisch war.

Zum Unterschiede von diesem war aber der Harn der Fleischmehlthiere ein sehr concentrirter, intensiv bernsteingelb gefärbt. Im Monat März und April bei starker Rübenfütterung zeigt der Harn der Fleischmehlthiere ein spec. Gewicht von 1,038, 1,037, 1,033 %; an Trockensubstanz enthielt er 8,5 %; an Stickstoff 2,5 und 2,7 %; Hippursäure nur 1 %, keine Harnsäure, keine Oxalsäure, aber viel Kohlensäure.

In derselben Zeit war der Harn der Schrotthiere ein sehr dünner und wässriger, blass von Farbe, spec. Gew. 1,005. Trockensubstanz = 0,7 %, Stickstoff 0,054 %, u. 0,043 % von der Hippursäure nur Spuren, dagegen viel CO_2.

Der Darmkoth liess derartige Unterschiede nicht erkennen; die Reaction war in beiden Abtheilungen bald neutral, bald ganz schwach alkalisch. Der Stickstoffgehalt war nur wenig verschieden; im Koth der Fleischmehlthiere 1,66 %, im Koth der Gerstenschrotthiere 1,52 % Stickstoff. Beide Kotharten enthielten nur ganz geringe Mengen unverdauten Stärkemehls. Vom unverdauten Fleischmehl im Koth der Fleischmehlthiere konnte ich in der ersten Zeit gar Nichts mikroskopisch finden, bis ich später durch eine Art Schlämmverfahren (zur Beseitigung der vorwaltenden unverdauten Pflanzenfaser, die der mikroskopischen Untersuchung ausserordentlich im Wege war) mit Wasser verdünnte, von Pflanzenfaser freiere Kothrückstände erhielt, in welchen ich dann Fleischmehl nachgewiesen; es war aber auch immer nicht viel davon aufzufinden, in vielen Präparaten fand sich nur hier und da eine unverdaute Muskelfaser.

Schon aus dem geringen Stickstoffgehalte des Kothes und aus der Aehnlichkeit desselben mit dem Ngehalt der Gerstenschrotthiere lässt sich schliessen, dass nur äusserst wenig

stickstoffreiches Fleischmehl darin sein kann; und kann man das Fleischmehl in Folge hiervon als sehr leicht verdaulich im Verdauungscanal des Schafes ansehen, um so mehr, als die Beschaffenheit des Harns der Fleischmehlthiere Zeugniss dafür abgelegt, dass es reichlich in dem Stoffwechsel eingegangen und in veränderter Form als stickstoffhaltiger Theil des Harns den Körper wieder verlässt.

Unter diesen Umständen musste es von grossem Interesse sein, womöglich den Ort, wo das Fleischmehl im Verdauungscanal hauptsächlich verdaut wird, kennen zu lernen; wie denn überhaupt eine Parallelstellung des Inhaltes, der verschiedene Magen und Darmabtheilungen der Thiere beider Abtheilungen und eine mikrochemische Prüfung desselben wünschenswerth erschien.

Am Schlachttage habe ich desshalb von je einem Fleischmehlthiere und von je einem Gerstenschrotthiere den Inhalt des Pansen, der Haube, des Psalters, Labmagens, des Anfanges des Dünndarms und dessen Ende und den Inhalt des Grimmdarms unmittelbar nach dem Schlachten auf seine Reaction geprüft und dann mikroskopisch weiter untersucht.

Der äussern Form und Beschaffenheit nach war der Magen und Darminhalt bei Fleischmehl, wie bei Schrotfutter nicht verschieden.

Der Panseninhalt war von viel Wasser durchdrungen, enthielt grosse Mengen langfaserigen, nur grob zerbissenen Heus; der Inhalt der Haube war dünnflüssiger, breiartig, der darin befindliche Heuantheil war weit feiner zerarbeitet; der Inhalt des Psalters sehr gut zerkleinert, war fast trocken und lag dicht zwischen den Blättern geschichtet.

Der ganz dünnflüssige Inhalt des Labmagens hatte eine mehr gelbliche, als grüne Farbe: die unverdaulichen Nahrungsbestandtheile waren im höchst fein zerkleinerten Zustande darin suspendirt; auch im Anfange des Dünndarms war der Darminhalt noch dünnflüssig, breiig, die grüne Farbe tritt aber mehr hervor; dicklicher und bräunlich grüngefärbt ist er zu Ende des Dünndarms, excrementartig consistenter, die Form des Darmes annehmend, ist er im Grimmdarm.

Die Reaction des Inhaltes war aber, zumeist in den ersten 3 Magen, bei Fleischmehl- und bei Gerstenschrotfutter sehr verschieden,

bei Fleischmehl:	bei Gerstenschrot:
Panseninhalt sauer	alkalisch.
Haubeninhalt sauer	alkalisch.
Psalterinhalt ganz schwach sauer	neutral.
Labmageninhalt sauer	sauer.
Anfang des Dünndarms neutral	alkalisch.
Ende des Dünndarms alkalisch	alkalisch.
Grimmdarminhalt alkalisch	alkalisch.

Die saure Reaction des Pansen-, Haube-, Psalterinhaltes bei Fleischmehlnahrung haben jedenfalls die Fette des Fleischmehls und deren Säuren veranlasst.

Betreffend nun die Frage: wo wird das Fleischmehl verdaut? so hat die mikroskopische Untersuchung Folgendes ergeben: in dem Pansen, in der Haube, im Psalter, im Labmagen wurden überall mit leichter Mühe grosse Mengen von Fleischmehl aufgefunden (die Thiere waren am Abend vor dem Schlachttage zum letzten Male gefüttert worden und wurden Morgens 8 Uhr andern Tages geschlachtet, so dass mindestens ein Zeitraum von 12 Stunden zwischen der letzten Fütterung und der mikroskopischen Untersuchung des Magen- und Darminhaltes liegt), auch im Anfange des Dünndarms wird noch viel unverdautes Fleischmehl angetroffen; zu Ende des Dünndarms aber kann auch bei Anfertigung und Untersuchung sehr vieler mikroskopischer Präparate seines Inhaltes nur ganz vereinzelt ein unverdautes Fleischmehlstückchen darin aufgefunden werden und dasselbe gilt vom Grimmdarminhalt und auch vom Mastdarminhalt, wie bereits bei der Kothuntersuchung erwähnt wurde.

Dass also die hauptsächlichste Verdauung des Fleischmehls im Dünndarm erfolgt, scheint hieraus hervorzugehen.

Bemerkenswerth erschien mir bei der mikroskopischen Un-

tersuchung die auffallend grosse Menge von Infusorien, die sich beim Fleischmehlthier wie beim Gerstenschrotthier im Pansen und der Haube lebend, in dem Psalter todt fanden, während der Labmageninhalt davon frei war; eine Erscheinung, die, wie mir von sachkundiger Seite mitgetheilt wird, zu den gewöhnlichen zählt.

Vom Fleisch des eben geschlachteten Fleischmehlthieres und des Schrotthieres entnahm ich mehrere kleine möglichst fettfreie Portionen zur Bestimmung des Wassergehaltes:

im Fleisch des Fleischmehlthieres fanden sich

74,2 % Wasser
25,8 » Trockensubstanz

im Fleisch des Schrotthiers

75,2 % Wasser
24,8 » Trockensubstanz.

Dieser Unterschied von 1 % zu Gunsten des Fleischmehlthieres kann aber von grosser Bedeutung nicht sein, da der Rumpf und 4 Viertel beider Thiere nach 24stündigen Hängen an der Luft ganz gleiche, aber keineswegs sehr grosse Gewichtsverluste durch Wasserverdunstung erlitten hatten, nämlich nur 1,5 Pfd.

Ueber den Geschmack des Fleisches der Fleischmehlthiere habe ich nur günstige Urtheile gehört.

Gesammtresultate des Versuches.

1) Die Verwendung des Fleischmehls bei Schafen betreffend: trotz hartnäckig und wochenlang geleisteten Widerstandes seitens der Schafe gegen die Annahme des Fleischmehls als Futter, gelang es doch schliesslich, das Fleischmehl, mit ganz kleinen Mengen damit anfangend, diese sorgfältig mit Gerstenschrot und Wiesenheuhäcksel untermischt und mit kaltem Wasser zum Brei angerührt, den Schafen beizubringen. Ohne jegliche Störung in der Futterannahme und ohne irgendwelche gesundheitliche Nachtheile konnte dann allmälig

damit bis zur Höhe von $^3/_4$ Pfd. pro Kopf und Tag gestiegen und die Verwendung des Fleischmehls auf 186 Tage ausgedehnt werden.

2) Die Verwerthung des Fleischmehls bei Schafen ist aber keine zufrieden stellende gewesen: trotzdem dass das Fleischmehl für Schafe leicht verdaulich ist, trotzdem, dass es an ausgesucht mastfähige Thiere verfüttert wurde, ist der damit erzielte Nähreffect, auch wenn die Schur und Schlachtresultate mit herangezogen werden, kein höherer, als:
rund 3,0 Pfunde Fleischmehl sind zu 1 Pfund Lebendgewichtszunahme erforderlich.

Der Nährwerth des an die Schafe gleichzeitig verfütterten Gerstenschrotes stellte sich heraus als
rund 4,0 Pfunde Schrot sind zu 1 Pfd. Lebendgewichtszunahme erforderlich.

Das Fleischmehl hat jetzt den billigeren Preis von pro 100 Pfd. 20 Mark. Darnach kosten 3,0 Pfund Fleischmehl oder 1 Pfd. der damit erzielten Lebendgewichtszunahme = 60 Pf.

Das Gerstenschrot bezahlten wir pro 100 Pfd. mit 9 Mark 75 Pf. Darnach kosten 4 Pfund Schrot oder 1 Pfd. der damit erzielten Lebendgewichtszunahme = 39 Pf.

Dem Schrote kommt somit ein um 35 % höherer Nährwerth zu als dem Fleischmehl.

3) Das Fleischmehl erscheint für Schafe leicht verdaulich: während in den 4 Magen und im Anfange des Dünndarms viel unverdautes Fleischmehl mikroskopisch nachweisbar, war im Dünndarmende und weiterhin wenig davon aufzufinden.

4) Der Geschmack des Fleisches erscheint durch beigefüttertes Fleischmehl nicht nachtheilig influirt.

5) Die mit Fleischmehl gefütterten Thiere lieferten mehr an roher, flussgewaschner und entfetteter reiner Wolle, als die mit Gerstenschrot Gefütterten; es liegen aber zwingende Gründe vor, dieses Resultat mehr als Folge

der starken Abweichung der Beschaffenheit der Wolle des einen Schrotthieres anzusehen, als in Beziehung zu bringen mit der stickstoffreichern Nahrung der Fleischmehlthiere den Schrotthieren gegenüber.

Jedenfalls dürfte es aber sehr wünschenswerth sein, die Frage, ob der grössere Stickstoffgehalt der Nahrung auf die grössere Wollproduction von Einfluss? mit geeigneteren Thieren weiter zu verfolgen, und erscheint gerade die Verwendung des Fleischmehls dazu sehr geeignet.

Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium der K. K. Hochschule für Bodencultur in Wien.

(Prof. Dr. Zöller.)

II. Die Rohfaser der Gramineen.

Von

Dr. A. Stutzer[1],
Assistenten.

Die Bezeichnung »Rohfaser« wurde zuerst von Henneberg und Stohmann eingeführt für das nach successiver Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure, verdünnter Natronlauge, Alkohol und Aether unlöslich bleibende Fasergerüst der Pflanzen.

Die Hauptmasse der auf solche Weise erhaltenen Rohfaser der Gramineen besteht aus Cellulose, ausserdem sind darin noch andere, bis jetzt unbekannte chemische Stoffe enthalten, deren physiologisches Verhalten im thierischen Organismus nicht genauer studirt ist. Sehr beachtenswerth ist, dass nach

[1]) Inaugural-Dissertation des Verfassers.

Fütterung von Gräsern im Organismus der Pflanzenfresser eine vermehrte Hippursäure-Bildung stattfindet. In physiologischer Beziehung hat man durch Versuche bestätigt, dass die Bildung der Hippursäure nicht allein nach Genuss von Gramineen, sondern auch nach Genuss der Rohfaser von Gramineen gesteigert wird, ob aber die Steigerung davon kommt, dass die Rohfaser einen Bestandtheil enthält, welcher die Bildung der Hippursäure direct veranlasst, also eine Benzolverbindung präformirt enthält, oder ob sie in anderer Weise wirkt, vielleicht indirect zur Vermehrung der Hippursäure im thierischen Organismus beiträgt, ist bisher nicht nachgewiesen.

Verschiedene Chemiker und Physiologen haben versucht die vermehrte Bildung der Hippursäure aufzuklären. Die ersten umfassenden Arbeiten unternahmen Weismann und Hallwachs in Folge einer von der medicinischen Facultät zu Göttingen 1856 gestellten Preisaufgabe[1]). Weismann fand in den durch gewöhnliche Lösungsmittel, durch Wasser, verdünnte Säuren, verdünnte Alkalien, Alkohol und Aether ausziehbaren Theilen der Gräser keine Benzolverbindung, konnte auch nach dem Genuss solcher Extracte im Harn der Pflanzenfresser keine vermehrte Hippursäurebildung beobachten. Dagegen fand er, dass nach Fütterung des unlöslich bleibenden Fasergerüstes Hippursäure entstand, es musste also die Muttersubstanz der Hippursäure in dieser Rohfaser zu suchen sein. Die Rohfaser wurde jedoch von Weismann nicht chemisch untersucht.

Später wurden von Meissner[2]) und Shepard umfassende Versuche über das Material aus dem die Hippursäure entsteht, angestellt. Sie fanden, dass die Muttersubstanz der Hippursäure in den Stoffen der Rohfaser zu suchen sei, die sie als Nichtcellulose bezeichneten, jedoch darüber, woraus diese Nichtcellulose besteht, beschäftigten sie sich nicht eingehend.

---

1) Ueber den Ursprung der Hippursäure im Harn der Pflanzenfresser. Weismann. Göttingen 1857.

2) Untersuchungen über das Entstehen der Hippursäure im thierischen Organismus von Meissner und Shepard. Hannover 1866.

Endlich haben besonders Henneberg und Stohmann[1]) zahlreiche Arbeiten über Rohfaser veröffentlicht, jedoch bestehn ihre Arbeiten fast ausschliesslich in physiologischen Beobachtungen. Versuche, die Rohfaser in chemisch individualisirte Körper zu zerlegen, sind von ihnen nicht gemacht.

Aus allen bisher über Hippursäurebildungen angestellten Untersuchungen ergiebt sich, dass nur die Rohfaser die vermehrte Bildung von Hippursäure veranlasst, ich glaubte daher bei einer Untersuchung der Rohfaser die Frage in erste Linie stellen zu müssen:

Sind Benzolverbindungen in der Rohfaser präformirt enthalten, die zur Bildung der Hippursäure im thierischen Organismus der Pflanzenfresser direct Veranlassung geben?

1. Darstellung der Rohfaser.

Zur Darstellung der Rohfaser wurde eine bestimmte Grasart gewählt, vollständig frei von jeder fremden Beimischung wie Klee, Unkrautpflanzen und dergl. Die Grashalme waren ungefähr 0,25 Meter lang, Blüthen noch nicht entwickelt.

Das getrocknete, zerkleinerte Gras wurde zunächst mit verdünnter Schwefelsäure, 4 % SO^4H^2 enthaltend, eine halbe Stunde lang gekocht, die Säure durch Auswaschen vollständig entfernt, darauf mit verdünnter Natronlauge, 4% Na^2O enthaltend, eine Stunde lang siedend ausgezogen, und jedesmal, sowohl beim Auskochen mit Säure, wie auch mit der Natronlauge das verdunstete Wasser während des Kochens ersetzt. Die Natronlauge wurde durch Auswaschen vollständig entfernt und die zurückbleibende Faser bei 100° getrocknet. Durch die Schwefelsäure wird nur wenig Farbstoff ausgezogen, eine bedeutende Menge dagegen bei der nachherigen Behandlung mit Natronlauge, so dass die Grasfaser nach dem Auswaschen nur noch eine schwach gelbe, getrocknet eine grauweisse Farbe

---

[1]) Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer, Henneberg und Stohmann.

hat. Diese Fasermasse wurde nun in grossen Glaskolben mit 96 % Alkohol übergossen, der Kolben mit einem Rückflussrohr verbunden, und die Faser sechsmal mit immer neuen Mengen Alkohol ausgekocht. Die ersten Auszüge waren stark grün gefärbt, der fünfte und sechste Auszug blieb farblos. Ein weiteres Ausziehen mit Aether erwies sich als unnöthig, nach sechsmaligem Behandeln mit siedendem Alkohol konnte durch Aether aus der Faser nichts mehr extrahirt werden. Endlich wurde die Faser noch zweimal mit destillirtem Wasser ausgekocht und bei 100° getrocknet.

Die so bereitete Rohfaser hat eine schwach grauweisse Farbe, die faserige Structur ist selbst mit unbewaffnetem Auge noch gut zu erkennen. Mikroskopisch betrachtet besteht die Rohfaser aus langen Bändern, dünnen Membranen, Spiral- und Ringgefässen. Nach dem Befeuchten mit Iodlösung und Schwefelsäure werden ungefähr 60 % der Faser in eine blaue, kleisterartig aufgequollene Masse umgewandelt (Cellulose), der übrige Theil wird gelbbraun gefärbt. Die Elementaranalysen ergaben folgende Resultate, die mit den Untersuchungen anderer Chemiker übereinstimmen. Stickstoff war nicht zugegen.

I. 0,3112 Grm. (bei 100° getrocknet und Aschengehalt abgerechnet) gaben:

	C.	H.	O.
I.	46,48 %	6,30 %	47,22 %
II. 0,2556 Grm. =	46,21 »	6,52 »	47,27 »
III. 0,3218 » =	46,35 »	6,56 »	47,09 »
Durchschnittszahl:	46,34 %	6,46 %	47,19 %

Henneberg[1]) giebt die Zusammensetzung der Rohfaser des Wiesenheues an zu:

C.	H.	O.
46,5 %	6,8 %	46,7 %
46,44 »	6,84 »	46,72 »
46,61 »	6,78 »	46,61 »

Meissner[2]) zu: C. = 45,40 %. H. = 6,79 %. O. = 47,81 %.

---

[1]) Beiträge zur rationell. etc. II. p. 346 u. 376.

[2]) Untersuchungen über das Entstehen der Hippursäure. Meissner und Shepard 1866. p. 164.

2. Versuche, die Bestandtheile der Rohfaser in lösliche Verbindungen zu bringen.

Die Einwirkung der Salpetersäure.

Meissner machte die Beobachtung, dass beim Kochen der Rohfaser mit Salpetersäure von einer bestimmten Concentration ein Theil derselben, und zwar zunächst hauptsächlich die Nichtcellulose, unter Entwicklung von salpetriger Säure gelöst wird. Diesen angegebenen Weg benutzte ich, und untersuchte zunächst die durch Einwirkung der Salpetersäure entstehenden Producte.

Erwärmt man Rohfaser mit Salpetersäure von 1,2 spec. Gewicht auf dem Wasserbade, so quillt die Masse nach einiger Zeit auf, jedoch ist die Entwicklung rother Dämpfe nur unbedeutend. Reichlicher entwickeln sich die Dämpfe beim directen Erhitzen über der Flamme, aber es beginnt bald, wenn man nicht eine sehr grosse Menge Salpetersäure nimmt, ein heftiges Stossen und Spritzen, dass ich es vorzog neue Quantitäten auf dem Wasserbade zu erhitzen, aber eine concentrirte Säure anzuwenden.

Die rauchende Salpetersäure erwies sich bei einem Versuch in sofern als unpraktisch, dass bald eine sehr heftige Reaction eintrat und sämmtliche Rohfaser gelöst wurde. Die concentrirte Lösung erstarrte beim Erkalten zu einer Krystallmasse, in der Oxalsäure, durch Oxydation der Cellulose entstanden, leicht nachzuweisen war. Mit besserem Erfolge wendete ich eine Säure vom spec. Gewicht 1,33 an. Erwärmt man die Rohfaser mit dieser Säure auf dem Wasserbade, so quillt die Masse sogleich bedeutend auf, es findet eine kräftige Entwicklung rother Dämpfe statt, die Oxydation ist also im vollen Gange. Nach ungefähr einstündigem Erhitzen lässt die Einwirkung nach, die Masse wird wieder dünnflüssiger, und die einzelnen Fäserchen sind nun fein zertheilt. Ich verdünnte mit dem doppelten Volum Wasser, filtrirte, und übergoss die voluminöse Fasermasse nochmals mit Salpetersäure von derselben Concentration und erwärmte wieder eine Stunde lang auf dem Wasserbade. Es fand nur noch eine sehr schwache

Einwirkung statt, die zurückgebliebene Cellulose schien äusserst langsam angegriffen zu werden.

Diese letzteren Beobachtungen stimmen mit den von Meissner gemachten in sofern überein, dass beim Erwärmen der Rohfaser mit einer nicht zu concentrirten Salpetersäure zwei Stadien zu unterscheiden sind, und zwar wird im ersten Stadium die Nichtcellulose nebst einem geringen Theil der Cellulose gelöst, während der grösste Theil der Cellulose erst bei kräftigerem Kochen oder Anwendung rauchender Salpetersäure oxydirt wird. Dass der im ersten Stadium ungelöste Rückstand reine Cellulose war, konnte mikrochemisch bestimmt nachgewiesen werden.

Durch Anwendung einer Salpetersäure vom spec. Gewicht 1,33 glaubte ich somit eine Methode gefunden zu haben um die Nichtcellulose in Lösung zu bringen und den grössten Theil der Cellulose, die bei den Untersuchungen nur lästig ist, indem sie z. B.: durch starke Oxydationsmittel grosse Quantitäten Oxalsäure bildet, auf diese Weise fortschaffen zu können.

Eine grössere Quantität Rohfaser, ungefähr 850 Grm., wurden — in mehreren Portionen vertheilt — in grossen Retorten mit der zehnfachen Menge Salpetersäure (1,33 spec. Gew.) zwölf Stunden lang auf dem Wasserbade erwärmt. Es ist zweckmässig die obere Oeffnung des Retortenhalses lose durch einen kleinen Trichter zu verschliessen, um den sich entwickelnden Gasen einen Abzug zu gestatten, aber andererseits die unnöthige Verdunstung der Salpetersäure möglichst einzuschränken.

Die Oxydation ging in der vorhin angegebenen Weise vor sich. Nach zwölfstündigem Erwärmen verdünnte ich mit dem mehrfachen Volum Wasser, filtrirte und brachte das schwach gelb gefärbte Filtrat durch Eindampfen auf dem Wasserbade zur Trockne. Der trockne Rückstand dieses ersten Auszuges enthielt eine nicht unbedeutende Menge unorganischer Bestandtheile (Kalk und Kieselsäure), so dass ich, bevor ich zur näheren Untersuchung des Rückstandes überging, die unorganischen Stoffe entfernen musste. Jedenfalls war bei der Oxydation Oxalsäure, das Hauptproduct der Einwirkung der Salpetersäure

auf Cellulose, entstanden, ich glaubte deshalb am vortheilhaftesten die durch Salpetersäure in Lösung gebrachten Verbindungen in Gruppen trennen zu können, indem ich sie in Bleisalze überführte, also unlösliche Bleiverbindungen von etwa vorhandenen löslichen, und anderen in Wasser löslichen Verbindungen trennte.

Der gesammte Rückstand wurde mit der fünfzehnfachen Menge Wasser zum Sieden erhitzt, ein unlöslicher weisser Rückstand heiss abfiltrirt und mit fünf Theilen kochendem Wasser ausgewaschen. Die in Lösung gegangenen Bestandtheile wurden mit einer genügenden Menge essigsaurem Blei und ausserdem noch mit etwas freier Essigsäure versetzt, der Niederschlag abfiltrirt und ausgewaschen. Ich hatte somit 3 Theile: — 1) Die in Wasser unlöslichen — 2) die durch essigsaures Blei in essigsaurer Flüssigkeit nicht fällbaren Verbindungen — 3) in Wasser unlösliche Bleisalze. Die in Wasser unlöslichen Bestandtheile hinterliessen nach dem Glühen 57 % Rückstand, aus Kalk und Kieselsäure bestehend. Dass Essigsäure durch Oxydation der Rohfaser entstanden sei, war nicht anzunehmen, zur Sicherheit überzeugte ich mich von der Abwesenheit derselben, indem ich vor Zusatz von essigsaurem Blei einen Theil des trocknen Rückstandes mit kohlensaurer Natronlösung auskochte und das Filtrat auf Essigsäure prüfte.

I. Die in Wasser unlöslichen Bestandtheile.

Ich versuchte zunächst die unlöslichen Säuren — vermuthlich in Form unlöslicher oder schwerlöslicher Calciumverbindungen zugegen — durch Kochen mit kohlensaurem Natron in lösliche Natronsalze überzuführen. Diese zersetzte ich wieder durch Chlorwasserstoffsäure und brachte den Rückstand zur Trockne, um die im Ueberschuss zugefügte Chlorwasserstoffsäure auszutreiben. Den Rückstand löste ich in wenig Wasser, überzeugte mich von der Abwesenheit schwer löslicher Säuren (Schleimsäure etc.), trocknete wieder ein und zog successive mit Aether, absolutem und 80 % Alkohol heiss aus. Aus der alkoholischen Lösung wurde neben Oxalsäure eine geringe

Menge kleiner, sternförmig gruppirter Nadeln erhalten, wesentlich von der Krystallform der Oxalsäure verschieden.

Nach den unbedeutenden Mengen dieser freien Säuren zu urtheilen, die ich auf diese Weise erhalten hatte, musste jedenfalls der grösste Theil der unlöslichen Verbindungen durch kohlensaures Natron nicht zersetzt sein. Ich löste nun den Rückstand in wenig Chlorwasserstoffsäure und dampfte zur Krystallisation ein. In der concentrirten Flüssigkeit waren unter dem Mikroskop grosse Mengen von Krystallen zu erkennen, die weder mit Oxalsäure, noch mit den vorhin beobachteten Krystallformen übereinstimmten. Daneben Oxalsäure und die sternförmig gruppirten Nadeln. Den Kalk entfernte ich aus der concentrirten Lösung durch Schwefelsäure und Alkohol und erhielt durch mehrmaliges Umkrystallisiren die Krystalle in solcher Reinheit, dass ich davon eine Elementaranalyse machen konnte. Die zuerst gefundenen sternförmigen Nadeln waren auch hier in so geringer Menge vorhanden, dass eine Elementaranalyse nicht möglich war. Bei einer späteren Untersuchung fand ich, dass diese Säure Korksäure war. (cf. Einwirkung rauchender Salpetersäure, weiter unten.)

Die von den Formen der Oxalsäure und Korksäure abweichenden Krystalle waren Bernsteinsäure.

Elementaranalyse.

	C.	H.	O.
I. 0,1256 Grm. gaben =	40,29 %	5,21 %	54,50 %
II. 0,1531 » » =	40,35 »	5,27 »	54,38 »
Durchschnittszahl:	40,32 %	5,24 %	54,44 %
Bernsteinsäure enthält:	40,68 %	5,08 %	54,23 %

Analyse der Oxalsäure, aus den Mutterlaugen der Bernsteinsäure erhalten:

I. 0,3571 Grm. in Calciumsalz umgewandelt hinterliessen nach dem Glühen = 44,51 % CaO.

II. 0,2680 Grm. = 44,49 »

Durchschnittszahl: 44,50 %

Berechnet für $C^2O^4H^2$, $2\,H^2O$ = 44,44 % CaO.

II. Die in Wasser löslichen Bestandtheile in essigsaurer Lösung durch essigsaures Blei nicht fällbar.

Das überschüssig zugefügte Bleiacetat wird durch Schwefelwasserstoff entfernt, Filtrat eingedunstet. Keine organische Verbindung zugegen.

III. Die in verdünnter Essigsäure unlöslichen Bleisalze

werden mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure erwärmt, das Chlorblei gelöst und in der siedenden Flüssigkeit das Blei durch Schwefelwasserstoff entfernt. Filtrat zur Trockne eingedunstet. Schwer lösliche Verbindungen (Schleimsäure etc.) nicht vorhanden. Den trocknen Rückstand successive mit Aether, absolutem und verdünntem Alkohol ausgezogen. Die ätherische Lösung enthielt nicht unbedeutende Mengen Oxalsäure, wie durch Analysen nachgewiesen wurde, die alkoholische vorwaltend Oxalsäure, daneben in geringer Menge die vorhin schon beobachtete Bernsteinsäure.

Analyse der Oxalsäure.

I. 0,3556 Grm. wurden in das Calciumsalz umgewandelt, und gaben nach dem Glühen =

I.		44,42 % CaO.
II.	0,2776 Grm.	= 44,45 »
III.	0,4212 »	= 44,44 »
	Durchschnittszahl:	44,43 %

Berechnet für $C^2O^4H^2$, $2H^2O$ = 44,44 % CaO.

Der nach der ersten zwölfstündigen Einwirkung der Salpetersäure auf Rohfaser unangegriffene Rückstand wird nochmals 48 Stunden auf dem Wasserbade erwärmt. Die Einwirkung ist viel geringer, als das erste Mal. Die Oxydationsproducte wie vorhin untersucht. Gefunden: viel Oxalsäure, Spuren von Bernsteinsäure und den noch nicht analysirten sternförmigen Nadeln (Korksäure). Das bei der zweiten Einwirkung der Salpetersäure ungelöst Gebliebene wiederum 48 Stunden lang mit Salpetersäure von 1,33 spec. Gewicht auf dem Wasserbade erwärmt, und das Filtrat in derselben Weise wie vorhin behan-

delt. Nur Oxalsäure gefunden, keine Bernsteinsäure oder Korksäure. Der Rückstand von der dritten Einwirkung 8 Tage lang mit Salpetersäure erwärmt. Es findet eine kaum bemerkbare Entwicklung rother Dämpfe statt. Die nach dem Filtriren und Auswaschen zurückbleibende weisse Fasermasse giebt, mit concentrirter Schwefelsäure und Iodlösung befeuchtet, nur blaue Masse. Von gelben Fasern ist keine Spur mehr vorhanden. Oxydationsproduct: nur Oxalsäure. Die Elementaranalysen des nach der vierten Einwirkung der Salpetersäure gebliebenen Rückstandes bestätigten, dass dieser reine Cellulose war. Nach dem Auskochen mit Wasser und Auswaschen mit Wasser, Alkohol und Aether erhielt ich (nach Abzug der Feuchtigkeit und Asche) aus:

	C.	H.	O.
I. 0,3670 Grm. =	44,31 %	6,25 %	49,44 %
II. 0,2551 Grm. =	44,25 »	6,34 »	49,41 »
Durchschnittszahl:	44,28 %	6,29 %	49,43 %
Cellulose hat =	44,44 % C.	6,17 % H.	49,39 % O.

3. Die Einwirkung verdünnter Schwefelsäure auf Rohfaser.

Durch die soeben beschriebene Einwirkung verdünnter Salpetersäure konnte ich keine Benzolverbindung auffinden, ich musste jetzt jedenfalls untersuchen, ob durch Einwirkung sehr concentrirter Salpetersäure andere Producte entstehen, ob sich hierbei irgendwelche Nitroverbindungen der Benzolreihe bilden und besonders auch auf leicht flüchtige Verbindungen Rücksicht nehmen, die ich bisher ganz unberücksichtigt gelassen hatte. Bei sofortiger Einwirkung rauchender Salpetersäure auf die Rohfaser würde ich grosse Quantitäten Oxalsäure durch Oxydation der Cellulose erhalten haben. Diese Cellulose musste vorher, wenigstens grösstentheils, fortgeschafft werden. Ein hierzu sehr geeignetes Mittel besteht in der längeren Einwirkung verdünnter Schwefelsäure auf die Rohfaser, wodurch der grösste Theil der Cellulose in Traubenzucker umgewandelt wird.

Einige hundert Gramm Rohfaser wurden mit verdünnter Schwefelsäure (1 : 5) in einem mit Rückflussrohr versehenen Kolben zwölf Stunden auf dem Sandbade erhitzt. Die Rohfaser

war nach dem zwölfstündigen Kochen feiner zertheilt, bräunlich, und zeigte mit Schwefelsäure und Iodlösung befeuchtet bei mikroskopischer Beobachtung, dass sie aus ungefähr 25 % blauen und 75 % gelben Fasern bestand. In der Lösung war Zucker leicht nachzuweisen. Die ursprüngliche Rohfaser enthält wie schon früher erwähnt, ungefähr 60 % blau und 40 % gelb werdende Fasern, es musste also bereits ein bedeutender Theil der Cellulose umgewandelt sein. Allerdings können diese procentischen Zahlenangaben keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit machen, da das Verhältniss nur nach dem Augenmasse bei der mikroskopischen Beobachtung geschätzt wurde.

Die bereits zwölf Stunden erwärmte Rohfaser wurde nochmals zwölf Stunden auf dem Sandbade erwärmt, sie zeigte jetzt einen noch geringeren Gehalt an blau werdendem Faserstoff. Nach dreitägigem Erhitzen sind nur noch sehr geringe Mengen Cellulose vorhanden, nach fünftägigem nur noch Spuren. Die fünf Tage gekochte Fasermasse ist grünbraun, hat eine deutlich fasrige Structur, vorwaltend aus langen Spiralgefässen bestehend, daneben Ringgefässe und langgestreckte Membranen. Nach sechstägigem Erhitzen ist kein zusammenhangendes Gewebe mehr vorhanden, die Masse besteht aus einzelnen Spiralgefässen, zarten Membranen und fein zertheilten Bändern. Mit Schwefelsäure und Iodlösung befeuchtet werden die grossen dünnen Membranen gelbbraun, wie in der ursprünglichen Rohfaser, die zahlreichen Spiralen und Ringgefässe braun, die aufgequollene blaue kleisterähnliche Masse ist fast ganz verschwunden.

Die Elementaranalysen des nach sechstägigem Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure bleibenden Faserrückstandes ergaben nachstehende Resultate:

I. 0,2560 Grm. (Asche und Feuchtigkeit abgezogen) gaben

	C.	H.	O.
	49,83 %	6,18 %	44,01 %
II. 0,2039 Grm. =	49,65 »	6,13 »	44,22 »
III. 0,2480 Grm. =	50,01 »	6,21 »	43,78 »
Durchschnittszahl:	49,83 %	6,17 %	44,00 %

Vergleicht man diese Zahlen mit der Zusammensetzung der ursprünglichen Rohfaser, so ergiebt sich ein höherer Kohlenstoffgehalt von 3,5 %, während der Wasserstoff keine wesentliche Veränderung erlitten hat.

4. Versuche, das Mengenverhältniss der in der Rohfaser enthaltenen Cellulose zu ermitteln.

Bei der Einwirkung verdünnter Schwefelsäure auf Rohfaser hatte ich gefunden, dass nach sechstägigem Erwärmen der grösste Theil der in der Rohfaser enthaltenen Cellulose in Zucker umgewandelt war und die zurückbleibende Faser einen grösseren Kohlenstoffgehalt zeigte. Diese Beobachtung wollte ich zu Versuchen benutzen, um das Mengenverhältniss der in der Rohfaser enthaltenen reinen Cellulose zu bestimmen.

Nach sechstägigem Erhitzen waren noch sehr geringe Quantitäten der durch Iodlösung und Schwefelsäure blau werdenden Cellulose vorhanden, ich glaubte durch längere Einwirkung auch diese Reste von Cellulose vollständig in Traubenzucker überführen zu können, und somit eine von Cellulose freie Nichtcellulose zu erhalten.

Eine grössere Menge Rohfaser wurde acht Tage, also zwei Tage länger als vorhin, mit verdünnter Schwefelsäure (1 : 5) erwärmt, und mit einer herausgenommenen Probe die Iodreaction gemacht. Auffallender Weise waren die Reste von Cellulose nicht verschwunden, sondern im Gegentheil wieder eine grössere Menge der blauen, oder vielmehr einer blauvioletten Masse vorhanden. Diese Erscheinung scheint dafür zu sprechen, dass auch noch einem anderen Bestandtheile der Rohfaser gewöhnliche Cellulose zu Grunde liegt, nur wird dieser Körper mit incrustirenden Stoffen stark imprägnirt sein, dass erst nach längerer Einwirkung der Schwefelsäure diese Cellulose in Zucker umgewandelt werden kann. Vor dem Zusatz von Iodlösung und Schwefelsäure konnte in den Structurverhältnissen im Vergleich zu der sechs Tage erwärmten Faser keine Veränderung beobachtet werden. Nach zehntägigem Erhitzen zeigt die Faser dieselbe Structur wie am sechsten Tage,

es sind zahlreiche Spiral- und Ringgefässe und dünne Membranen vorhanden. Mit Iod und Schwefelsäure befeuchtet erhält man eine tief violette Masse, in der lange gelbe Membranen vertheilt sind. Am zwölften Tage unverändert, ebenso am vierzehnten, nur geht bei der Iodreaction die violette Farbe mehr in Braun über. Die Structurformen sind auch nach sechzehntägigem Erwärmen vor dem Zusatz von Iodlösung und Schwefelsäure wie vorhin. Durch die Iodreaction wird die Masse nicht blau, sondern fast braun. Gelbe Epidermisbänder sind noch immer beigemengt. Am achtzehnten Tage war keine Veränderung eingetreten. Bei den am letzten Tage gemachten mikroskopischen Präparaten war nach mehrstündigem Liegen wieder eine deutliche, wenn auch geringe violette Färbung zu bemerken. Länger als achtzehn Tage erhitzte ich die Faser nicht. Ein in ähnlicher Weise wie nach sechstägigem Erwärmen ziemlich scharf abgegrenztes Stadium durch Einwirkung der Schwefelsäure schien nicht einzutreten. Die Umwandlung der mit incrustirenden Stoffen imprägnirten Cellulose geht also sehr langsam vor sich, und ist eine genaue Trennung der Cellulose von incrustirenden Stoffen auf diese Weise nicht möglich.

73,11 Grm. Rohfaser (nach Abzug der Feuchtigkeit und Asche) hinterliessen nach achtzehntägigem Erhitzen mit verdünnter Schwefelsäure (1 : 5) in einem Kolben mit Rückflussrohr = 25,27 Grm. (ebenfalls Asche und Feuchtigkeit abgezogen) = 34,56 % unlöslichen Rückstand.

Die Elementaranalysen einer solchen 18 Tage mit Schwefelsäure erwärmten Rohfaser ergaben, im Vergleich zu der nur sechs Tage erwärmten Faser, einen ganz unbedeutend höheren Kohlenstoffgehalt, noch geringer ist die Differenz beim Wasserstoff.

I. 0,3670 Grm. gaben (Asche und Feuchtigkeit abgezogen):

	C.	H.	O.
	50,26 %	6,92 %	42,82 %
II. 0,2926 Grm. =	50,00 »	6,80 »	43,20 »
III. 0,2456 Grm. =	50,37 »	6,69 »	42,94 »
Durchschnittszahl:	50,21 %	6,80 %	42,99 %

5. Verhalten der acht Tage mit verdünnter Schwefelsäure erwärmten Rohfaser (Cellulose grösstentheils entfernt) gegen Lösungsmittel.

Unlöslich ist diese Faser im Wasser, Alkohol, Aether, Schwefelkohlenstoff, kalter concentrirter und verdünnter kochender Schwefelsäure, in Chlorwasserstoffsäure, verdünnten und concentrirten Alkalien.

Löslich in heisser Salpetersäure. Mit chlorsaurem Kali und Chlorwasserstoffsäure gekocht verschwinden zunächst die Spiralgefässe, die Epidermismembran wird erst nach längerem Kochen in feine Fetzen zertheilt.

Königswasser wirkt bei gewöhnlicher Temperatur in ähnlicher Weise. Wird die Faser mit einem Gemisch von 1 Volumen concentrirter Schwefelsäure und 3 Volumen Wasser unter bisweiligem Zusatz von chlorsaurem Kali erwärmt, so tritt bald eine vollständige Entfärbung der bräunlichen Masse ein, mit Iodlösung und Schwefelsäure befeuchtet sieht man die grossen, dünnen, gelben Membranen unverändert wie vorhin, die blaue kleisterähnliche Masse ist in grösserer Menge vorhanden. Bemerkenswerth ist, dass man an zahlreichen Stücken dieser blauen Masse deutlich die ursprüngliche Spiralform erkennen kann, dagegen sind die vorhin gelbbraunen Spiralen vollständig verschwunden.

Dem Lignin scheint also wesentlich Cellulose zu Grunde zu liegen. Durch anhaltendes Kochen und häufigen Zusatz von chlorsaurem Kali zerfällt die Faser in immer kleinere Bruchstücke.

Salpetersäure und chlorsaures Kali wirken so heftig ein, dass diese Mischung nicht zu einer Trennung der jedenfalls noch aus verschiedenen Körpern bestehenden Fasermasse zu gebrauchen ist. Auch hier erweisen sich die Spiralgefässe als leichter zerstörbar, jedoch geht die Reaction sehr schnell weiter, es wird auch bald die Epidermismembran angegriffen. Den Uebergang der gelbbraunen Spiralen in blaue konnte ich hier nicht in ähnlicher Weise wie bei Anwendung von Schwefelsäure und chlorsaurem Kali beobachten. Auch selbst bei sehr

gelindem Erhitzen, so dass die Masse nur theilweise entfärbt war, konnte ich weder Spiralgefässe, noch durch die Iodreaction eine blaue Masse erkennen. Es ist dies eine Folge der sehr energischen Einwirkung von Salpetersäure und chlorsaurem Kali auf die leicht zerstörbaren Spiralgefässe. Kocht man dagegen die ursprüngliche Rohfaser kurze Zeit mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali (Schulze's Macerationsverfahren), so erscheint durch die Iodreaction die blaue Masse in sehr bedeutenden Mengen.

Interessant war mir zu untersuchen, ob durch die Einwirkung von chlorsaurem Kali und Schwefelsäure und nachherigem Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure die ungelöst bleibende Substanz einen wesentlichen Unterschied in ihrer procentischen Zusammensetzung mit der ohne chlorsaures Kali und Schwefelsäure gekochten Fasermasse zeigte.

Auf eine grössere Menge der acht Tage mit Schwefelsäure gekochten Rohfaser liess ich chlorsaures Kali und Schwefelsäure einwirken, indem ich das Gemisch unter bisweiligem Zusatz von chlorsaurem Kali und Ersatz des verdunsteten Wassers zwölf Stunden auf dem Wasserbade erwärmte, die zurückbleibende vollständig weisse Fasermasse auswusch und 48 Stunden mit verdünnter Schwefelsäure (1 : 5) auf dem Sandbade zum Sieden erhitzte, um Cellulose in Zucker umzuwandeln. Nach dem Auswaschen und Trocknen erhielt ich eine braune, geruchlose, leicht zerreibliche Masse. Die Elementaranalyse ergab folgendes Resultat: Nach Abzug der Feuchtigkeit und Asche erhielt ich aus:

		C.	H.	O.
I. 0,2321 Grm.	=	70,77 %	6,39 %	22,84 %
II. 0,3005 Grm.	=	71,05 »	6,64 »	22,31 »
III. 0,2762 Grm.	=	70,68 »	6,43 »	22,89 »
Durchschnittszahl:		70,83 %	6,48 %	22,68 %

Es hat somit eine Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes gegen die sechs Tage mit verdünnter Schwefelsäure erwärmte Faser um ungefähr 20 %, gegen Rohfaser um 24 % stattgefunden. Der Wasserstoff ist dagegen fast ganz constant geblieben. Allerdings habe ich vorläufig nicht untersucht, ob durch die Ein-

wirkung des chlorsauren Kalis von den incrustirenden Stoffen etwas in Lösung gegangen ist, oder ob die zurückbleibende Masse in ihrer chemischen Zusammensetzung soweit umgeändert wurde, dass sie nicht mehr im Stande ist, im thierischen Organismus Hippursäure und durch Oxydation mit Salpetersäure Bernsteinsäure zu liefern. Diese Untersuchungen hoffe ich in der nächsten Zeit auszuführen.

Auffallend ist ferner der veränderte Aschengehalt. Während die Rohfaser 3,11 %, die sechs Tage mit Schwefelsäure gekochte Faser 3,32 %, die achtzehn Tage gekochte 6,08 % Asche enthielt, fand ich in diesem letzten Producte, mit chlorsaurem Kali und Schwefelsäure behandelt, 14,02 %.

Eine Analyse der Aschenbestandtheile nahm ich nur von der ursprünglichen Rohfaser vor. Bei 100° getrocknete Rohfaser enthielt:

SiO^2 = 2,12 %
CaO = 0,99 » .

Vergleicht man die durch die letzten Elementaranalysen gefundenen Zahlen mit dem Cutin von Fremy, so findet hinsichtlich des Kohlenstoffgehaltes eine Annäherung statt, der Wasserstoffgehalt ist dagegen ganz verschieden.

Auch war meine Substanz in Kalilauge unlöslich, während sich das von Fremy erhaltene Cutin in Kalilauge ohne Rückstand löste. Fremy giebt die Zusammensetzung des Cutins an zu:

C. = 73,66 %
H. = 11,37 »
O. = 14,97 » .

Die Ansichten der Botaniker und Chemiker über die Zusammensetzung der die äusseren Theile der Pflanzenkörper bildenden Schichten gehen zum Theil sehr weit auseinander.

Sachs unterscheidet zunächst eine innere Schicht, mit Iodlösung und Schwefelsäure die blaue Zellstoffreaction gebend, darauf folgen Holzzellen, die er wieder in drei Abtheilungen trennt, und zwar giebt die innere Schicht durch Schwefelsäure und Iodlösung die blaue, die mittlere und äussere die gelbe

Reaction. Auf die Holzzellen folgt der Kork. Holzzellen und Kork können nach Behandeln mit Alkalien oder Salpetersäure ebenfalls die blaue Zellstoffreaction geben. Zuletzt kommt die Epidermis, aus einer inneren Schicht bestehend, durch Schwefelsäure und Iodlösung blau werdend, einer mittleren cuticularisirten Schicht, die die gelbe Reaction giebt und einer äusseren, die s. g. echte Cuticula, hautartig, stark verkieselt, durch Einwirkung von Iod und Schwefelsäure farblos bleibend und in Kalilauge löslich.

Payen bezeichnet die Holzsubstanz, das Lignin, aus Cellulose und incrustirten Stoffen bestehend. Fremy nimmt keine incrustirenden Körper an, sondern theilt die Holzsubstanz ein in Vasculose, Fibrose und Paracellulose. Mohl sagt über die Cuticularschichten der Epidermis, entsprechend der mittleren Epidermisschicht von Sachs, dass diese der Einwirkung der Schwefelsäure widerstehen, und durch Iodlösung und Schwefelsäure braun gefärbt werden.

Wirft man nun die Frage auf, welche Schichten enthalten die Muttersubstanz der Bernsteinsäure und Korksäure, und bedingen nach Ansicht Meissners[1]) eine vermehrte Hippursäurebildung im thierischen Organismus? so muss man von den von Sachs angeführten Schichten diejenigen ausschliessen, welche die blaue Zellstoffreaction geben. Schliesst man also diese Schichten aus, so bleiben zunächst die mittlere und äussere Schicht der Holzzellen und der Kork übrig. Diese Substanzen lassen sich jedoch durch Behandeln mit Alkalien oder Salpetersäure, oder wie ich es sehr deutlich durch Einwirkung von chlorsaurem Kali und Schwefelsäure auf die Rohfaser beobachtet hatte, in einen Körper umwandeln, der auch die blaue Zellstoffreaction giebt. Es erscheinen somit Kork und Lignin von incrustirenden Stoffen, wenn auch nur in geringerer Menge, imprägnirt zu sein, und wäre eine Möglichkeit der Bildung von

---

[1]) Bekanntlich nimmt Henneberg an, dass durch vermehrte verdaute Cellulose auch die Hippursäure vermehrt wird, Meissner dagegen hat keine Hippursäure nach Genuss reiner Cellulose, wohl aber nach Fütterung von Gramineen-Rohfaser beobachtet.

Bernsteinsäure und Korksäure aus diesen incrustirenden Schichten nicht ausgeschlossen. Am wahrscheinlichsten ist jedoch, dass die mittlere cuticularisirte Schicht der Epidermis der Sitz derjenigen Stoffe ist, die die Bildung von Bernsteinsäure und Korksäure veranlasst. Die äusserste eigentliche Cuticula ist bei der Rohfaser ausgeschlossen, da diese beim Kochen mit verdünnter Natronlauge entfernt wurde.

Es käme nun darauf an, die incrustirenden Stoffe im reinen, d. h. von Cellulose vollständig befreiten Zustande abzuscheiden, dies ist mir jedoch bisher auf keine Weise gelungen.

6. Prüfung der Lösung der sechs Tage mit verdünnter Schwefelsäure (1 : 5) gekochten Rohfaser.

Durch Einwirkung verdünnter Schwefelsäure hatte ich den grössten Theil der Cellulose aus der Rohfaser entfernt und somit eine an incrustirenden Stoffen reichere Substanz erhalten. Diese wollte ich jetzt näher untersuchen, musste aber, bevor ich zur Untersuchung überging, die schwefelsaure Flüssigkeit prüfen, ob von den incrustirenden Stoffen nichts in Lösung gegangen, ob also ausser Traubenzucker noch ein anderer Körper darin nachzuweisen war.

Die Flüssigkeit ist gelbroth und hat einen schwach caramelartigen Geruch.

I. Prüfung auf flüchtige Körper.

Mit Wasserdämpfen geht nichts über. Destillat reagirt neutral, kein Oel, nur schwach caramelartiger Geruch. Ein anderer Theil der Flüssigkeit wird mit soviel Bariumchlorid versetzt, dass die Lösung nur noch wenig freie Schwefelsäure enthält, filtrirt, und das Filtrat mit Natronlauge alkalisch gemacht. Auch in der alkalischen Lösung sind keine flüchtigen Körper vorhanden.

II. Auf nicht flüchtige Körper.

Die Schwefelsäure wird vollständig aus der Lösung durch Bariumchlorid entfernt, ein Ueberschuss von Bariumchlorid sorg-

fältig vermieden, der Niederschlag, welcher möglicherweise ausser schwefelsaurem Barium schwer lösliche organische Bariumsalze enthalten konnte, mit Chlorwasserstoffsäure ausgekocht, die saure Flüssigkeit mit der übrigen vereinigt, auf dem Wasserbade fast zur Trockne gebracht und der schwarze klebrige Rückstand zunächst mit Aether wiederholt ausgezogen.

a) Aus der ätherischen Lösung wird der Aether durch Abdestilliren grösstentheils entfernt, der Rest auf dem Wasserbade erwärmt, bis kein Geruch nach Chlorwasserstoff mehr zu bemerken ist, der geringe klebrige Rückstand in Wasser gelöst und mit Thierkohle zu entfärben versucht. Beim Eindunsten der wässrigen Lösung charakteristischer Caramelgeruch.

Einen Theil dieser concentrirten Lösung prüfte ich mit Silberlösung auf Levulinsäure (Glucinsäure).

Nach neueren Untersuchungen von Tollens[1]) und von Grote zerfällt die Levulose durch längere Einwirkung verdünnter Schwefelsäure in Levulinsäure, Wasser und Ameisensäure. Ist die Beobachtung richtig, dass aus Traubenzucker durch Einfluss von Schwefelsäure diese Säure nicht gebildet wird, so hätte man dadurch ein Mittel an der Hand, den Traubenzucker direct nachzuweisen. Es war mir nun interessant zu untersuchen, ob aus der Cellulose der Rohfaser keine Levulinsäure, also kein Fruchtzucker gebildet wird. Tollens giebt als charakteristisches Merkmal an, dass die Levulinsäure in Aether löslich und levulinsaure Salze mit salpetersaurer Silberlösung in nicht zu verdünnten Lösungen einen krystallinischen Niederschlag geben. Ich hätte also die Levulinsäure in dieser ätherischen Lösung finden müssen, wenn Fruchtzucker zugegen gewesen war. Durch salpetersaure Silberlösung konnte ich keinen krystallinischen Niederschlag erhalten.

Den Aetherauszug nun zur Trockne verdunstet und den geringen, klebrigen Rückstand genau untersucht. Es war nur caramelartige Substanz darin zu entdecken. Besonders beim Erhitzen auf Platinblech trat ein sehr charakteristischer Caramelgeruch auf. Zurück bleibt poröse, glänzende Zuckerkohle.

---

[1]) Berichte d. Deutschen chem. Gesellsch. 1874. p. 1378.

b) Der mit Aether behandelte Rückstand wird jetzt mit 96 % Alkohol heiss ausgezogen. Humusartige Flocken und wenig schwefelsaurer Kalk bleiben zurück. Filtrat wiederholt mit Knochenkohle erwärmt. Nach mehrmaligem Behandeln mit Kohle bleibt schliesslich eine gelbbraune, aus Alkohol krystallisirende Masse zurück, welche Kupferoxyd in Fehlingscher Lösung reducirt. Ausser Traubenzucker sind im Rückstand keine Körper aufzufinden.

c) Der nach dem Ausziehen mit Aether und Alkohol bleibende Rückstand wurde mit Wasser ausgekocht, die Lösung wiederholt mit Knochenkohle behandelt und geringe Mengen von schwefelsaurem Kalk durch Alkohol entfernt. Die schwach gelb gefärbte Lösung wird zur Syrupsdicke eingedampft und mit absolutem Alkohol versetzt. Eine Ausscheidung von Dextrin findet nicht statt, es muss sich also alles aus Cellulose entstandene Dextrin durch die tagelange Einwirkung der Schwefelsäure in Traubenzucker umgewandelt haben, oder es sind nur solche Spuren vorhanden, dass diese durch Alkohol nicht abgeschieden wurden. Dagegen gab die Flüssigkeit nach Verdunsten des Alkohols eine sehr starke Reduction des Kupferoxyds in der Fehlingschen Lösung, und zur Trockne eingedunstet eine schwach gelbe, aus Alkohol warzenförmig krystallisirende Masse, also Traubenzucker. Andere Verbindungen sind nicht zugegen.

Durch das sechstägige Kochen der Rohfaser mit verdünnter Schwefelsäure hat sich somit nichts von incrustirenden organischen Stoffen gelöst, nur Cellulose ist durch Umwandlung in Traubenzucker in Lösung gegangen. Die Entstehung von Fruchtzucker aus Cellulose konnte nicht beobachtet werden.

7. Einwirkung rauchender Salpetersäure auf die von Cellulose durch Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure möglichst befreite Rohfaser.

Die trockne Faser wurde allmälig in ein Gemisch von einem Volumen rauchender Salpetersäure und zwei Volumen concentrirter Schwefelsäure eingetragen, und zwar in solchem Ver-

hältniss, dass Salpetersäure im Ueberschuss blieb, und das Gemisch nach vollendeter Einwirkung eine Stunde lang auf dem Wasserbade erwärmt. Die Nitrirung geschah in einem mit Rückflussrohr versehenen Kolben, um die Entweichung flüchtiger Körper zu verhindern. Sämmtliche Faser wurde gelöst.

Waren irgend welche Verbindungen der Benzolgruppe zugegen, so mussten diese nicht nur durch die Einwirkung einer so concentrirten, heissen Salpetersäure in Mononitroverbindungen übergeführt werden, sondern es war sogar zu erwarten, dass durch Anwendung eines Ueberschusses von Salpetersäure Di- oder Trinitroverbindungen entstehen würden.

Die Mischung kühlte ich dann auf fast 0° ab und schüttelte wiederholt mit Aether aus:

a. Aetherlösung.

Der Aether hinterlässt als Rückstand eine halb crystallinische Masse. Mit wenig Wasser übergossen lösten sich die Krystalle leicht auf, dagegen schied sich am Boden des Gefässes etwas Oel aus. Eine Prüfung auf flüchtige Körper war erfolglos. Mit den Wasserdämpfen gingen nur äusserst geringe Mengen dieses fettartigen Körpers über. Die wässrige Flüssigkeit liess ich auf fast 0° erkalten und trennte das erstarrende Oel von der Krystalllösung.

1. Das Oel ist in Aether viel leichter löslich als in Alkohol, auch scheidet es sich aus der alkoholischen Lösung beim Erkalten theilweise wieder aus. Von Wasser werden nur Spuren aufgenommen, dagegen löst es sich leicht in kochender Natronlauge zu einer Flüssigkeit, die beim Erkalten gallertartig erstarrt und in der durch Zusatz von Chlornatriumlösung ähnlich wie bei Fettsäuren eine Ausscheidung stattfindet, die auch selbst durch Kochen nicht wieder in Lösung gebracht werden kann. Zuerst glaubte ich eine Nitroverbindung der Benzolreihe vor mir zu haben, jedoch die letzte Reaction deutete auf Fettsäuren, zumal die ätherische Lösung stark sauer reagirte. Dem äusseren Ansehn nach zu urtheilen war der Körper noch sehr unrein, so dass Schmelzpunktbestimmungen und dergl. zu keinem Resultat führen konnten. Um zu reinigen löste ich in

Aether und behandelte die ätherische Lösung wiederholt mit Blutkohle. Es bleibt schliesslich eine nur schwach gelbbraun gefärbte, fettig-klebrige Masse zurück, die bei Zimmertemperatur, 15 bis 20° noch fest ist.

Einen Theil des Fettes versuchte ich zu amidiren, indem ich mit Zinn und Chlorwasserstoffsäure längere Zeit auf dem Wasserbade erwärmte. Es fand eine ruhige Wasserstoffentwicklung statt, es wurde aber scheinbar von dem Oele nichts gelöst. Beim Erkalten schied sich das Fett wieder aus und hatte dieselben Eigenschaften wie vorhin. Um mich zu überzeugen, ob wirklich keine Amidoverbindung gebildet war, untersuchte ich die salzsaure Lösung nach Entfernung des Zinn und des durch Abkühlung zum Erstarren gebrachten Oeles. Prüfte zunächst nach Uebersättigung mit Natronlauge auf flüchtige Verbindungen, diese waren nicht vorhanden, dann schüttelte ich successive mit Aether, absolutem und verdünntem Alkohol aus, es wurde jedoch von diesen Lösungsmitteln keine organische Substanz aufgenommen. Jede Nitroverbindung der Benzolreihe hätte durch längere Einwirkung von Wasserstoff in salzsaurer Lösung verändert, d. h. entweder gelöst oder, falls ein Derivat einer Nitroamidoverbindung vorlag, mindestens ganz andere Eigenschaften annehmen müssen. Dies war nicht der Fall, also mit ziemlicher Sicherheit konnte ich schon jetzt annehmen, dass das Fett keine Benzolverbindung enthielt. Die Schwerlöslichkeit in heissem Alkohol, sowie das nachherige Ausscheiden beim Erkalten, die Leichtlöslichkeit in Natronlauge und das nachherige seifenartige Erstarren, besonders aber die Fällbarkeit durch Chlornatriumlösung in alkalischer Flüssigkeit liessen kaum noch einen Zweifel obwalten, dass ich es mit einem Gemisch von Fettsäuren zu thun hatte. Ich suchte wie schon oben angegeben das fettartige Gemisch durch Thierkohle in ätherischer Lösung möglichst zu reinigen und erwärmte die gereinigte Masse, da Versuche, den Körper aus Aether und Alkohol krystallisirt zu erhalten, erfolglos blieben, mit starker Salpetersäure.

Bei der ersten Oxydation der Rohfaser mit Salpetersäure (1,33 spec. Gew.), wobei ich tagelang auf dem Wasserbade

erwärmte, hatte ich das Oel nicht bekommen, es musste also dieser fettartige Körper durch die längere Erhitzung mit Salpetersäure in andere Körper umgewandelt sein, und da ich ausser Oxalsäure nur noch andere Dicarboxylsäuren der Fettreihe (Bernsteinsäure, Korksäure) erhalten hatte, lag die Vermuthung nahe, dass ich nichts als ein nur theilweise oxydirtes Umwandlungsproduct der incrustirenden Stoffe vor mir hatte, aus dem ich durch weitere Einwirkung Bernsteinsäure erhalten konnte. Gern hätte ich das vorliegende Fett vor der Einwirkung der Salpetersäure näher untersucht, doch schien es mir wegen seiner fettartigen Beschaffenheit, Nichtkrystallisirbarkeit etc. wenig zu einer Untersuchung geeignet, so dass ich vorzog es durch weitere Einwirkung von Salpetersäure höher zu oxydiren. In der That gelang es mir, wie weiter unten genauer angegeben, durch weitere Einwirkung von Salpetersäure Korksäure und Bernsteinsäure daraus zu erhalten, und zwar eine geringere Menge Bernsteinsäure im Vergleich zu einer grösseren Quantität Korksäure.

Ich erhitzte nun in einer Retorte mit aufwärts gerichtetem Halse mit Salpetersäure von 1,33 spec. Gewicht, bis alles Oel gelöst war. Es fand eine langsame Entwicklung rother Dämpfe statt. Vom gelösten Oel wurde der grösste Theil der Salpetersäure abdestillirt, der Rest mit Wasser verdünnt und zur Krystallisation an einen kalten Ort gestellt. Eine mikroskopische Beobachtung der nun erhaltenen Krystalle zeigte sehr deutlich zwei verschiedene Krystallformen, die Formen der Bernsteinsäure waren gar nicht zu verkennen, daneben in grösserer Menge Krystalle, die mit denen bei der ersten Oxydation der Rohfaser durch Salpetersäure erhaltenen genau übereinstimmten.

Den Grund, dass ich bei der ersten Oxydation so wenig von dieser Säure erhalten habe, glaube ich in der langen Einwirkung der Salpetersäure suchen zu müssen, denn wie bekannt zerfällt die Korksäure durch anhaltendes Erwärmen mit Salpetersäure, während Bernsteinsäure nicht zersetzt wird.

Da Bernsteinsäure jedenfalls vorhanden war, versuchte ich die Säuren als Bariumsalze zu trennen. Das bernsteinsaure

Barium ist in Wasser fast unlöslich, das Bariumsalz der anderen Säure wurde dagegen durch viel heisses Wasser gelöst.

Die aus dem bernsteinsauren Barium dargestellte freie Säure wurde in die Bleiverbindung übergeführt und diese analysirt.

I. 0,2826 Grm. Bleisalz gaben	$= 0{,}2651\ PbSO^4$.			
		$= 0{,}1807$ Pb.	$= 63{,}94$ % Pb.	
II. 0,2345 Grm.	$= 0{,}2199\ PbSO^4$.	$= 0{,}1502$ Pb.	$= 63{,}98$ » Pb.	
III. 0,1911 Grm.	$= 0{,}1790\ PbSO^4$	$= 0{,}1222$ Pb.	$= 63{,}94$ » Pb.	
		Durchschnittszahl	$= 63{,}95$ %.	
		Berechnet	$= 64{,}08$ %.	

Aus der Mutterlauge von der Bernsteinsäure wurde durch Schwefelsäure der Baryt gefällt, mit Natronlauge neutralisirt, und durch essigsaures Blei ein unlösliches Bleisalz erhalten. Das Filtrat von diesem Bleisalz, welches noch leicht lösliche organische Bleiverbindungen enthalten konnte, wurde genau geprüft und vollständige Abwesenheit organischer Körper constatirt. Zunächst wurde das überschüssig zugefügte Bleiacetat durch Schwefelwasserstoff zersetzt, das Filtrat zur Trockne verdunstet und der Rückstand successive mit Aether, absolutem und verdünntem Alkohol behandelt, es konnte nichts ausgezogen werden. Das erhaltene Bleisalz wurde in verdünnter Chlorwasserstoffsäure gelöst, das Blei in kochender Lösung durch Schwefelwasserstoff gefällt, und die erhaltene freie Säure durch mehrmaliges Umkrystallisiren gereinigt. Sie bildet im reinen Zustande schöne, farblose Nadeln.

Die Elementaranalysen gaben folgende Resultate:

	C.	H.	O.
I. 0,1920 Grm. =	54,89 %	7,96 %	37,15 %
II. 0,1760 Grm. =	55,10 »	8,16 »	36,74 »
III. 0,2025 Grm. =	54,72 »	8,26 »	37,02 »
Durchschnittszahl:	54,90 %	8,12 %	36,97 %
Berechnet für Korksäure:	55,17 %	8,04 %	36,79 %.

Bleibestimmung:

0,2116 Grm. $C^8.H^{12}.O^4.Pb$. gaben $= 0{,}1680\ PbSo^4 =$ 0,1147 % Pb.
$= 54{,}20$ » Pb.
Berechnet $= 54{,}61$ %.

2. Die neben dem fettartigen Körper erhaltene krystallisirte Säure — die wässrige Lösung reagirt stark sauer — wird in Wasser gelöst. Bei genauer mikroskopischer Beobachtung konnte man zwei von einander verschiedene Krystallformen beobachten, die eine in überwiegender Menge vorhandene schien Oxalsäure, die andere Bernsteinsäure zu sein. Ich hielt es für rathsam die Säuren in Bariumverbindungen umzuwandeln, im Niederschlage hatte ich dann Oxalsäure und Bernsteinsäure, im Filtrat konnten lösliche Bariumverbindungen oder andere Körper enthalten sein.

a. Schwer lösliche Bariumsalze.

Der Niederschlag wurde abfiltrirt, mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure ausgekocht, und das saure Filtrat zur Trockne eingedunstet. Die concentrirte Lösung des Rückstandes zeigte mir wieder die beiden vorhin beobachteten Krystallformen. Bei der ersten Krystallisation aus Wasser erhielt ich schöne, farblose Nadeln von Oxalsäure.

Die Analysen gaben folgende Resultate:

I.	0,2111 Grm. gaben:	44,51 % CaO.
II.	0,3475 Grm.	44,55 »
	Durchschnittszahl:	44,53 %
	Berechnet für $C^2O^4H^2, 2H^2O$ =	44,44 % CaO.

Aus der Mutterlauge erhielt ich dieselben Nadeln, nur etwas gefärbt. Die fünfte Krystallisation der Mutterlauge ergab ein Gemenge von Bernsteinsäure und Oxalsäure, aus der sechsten endlich konnte ich durch wiederholtes Umkrystallisiren eine zur Analyse genügende Menge Bernsteinsäure erhalten. Aus der reinen Säure stellte ich das Silbersalz dar und bestimmte hierin das Silber.

I.	0,2102 Grm. Silbersalz gaben:	86,31 % AgCl.
II.	0,1819 Grm. » »	86,24 %
	Durchschnittszahl:	86,27 »
	Berechnet =	86,44 % AgCl.

b. Prüfung auf leicht lösliche Bariumsalze und andere organische Verbindungen.

Das Filtrat von a. konnte leicht lösliche Bariumsalze ent-

halten, allerdings war dies unwahrscheinlich, da ich anfangs nur zwei verschiedene Krystallformen beobachten konnte und diese als Oxalsäure und Bernsteinsäure bestimmt hatte. Ich entfernte den Baryt in salzsaurer Lösung genau durch Schwefelsäure, dunstete das Filtrat zur Trockne ein, und zog den Rückstand successive mit Aether, absolutem und verdünntem Alkohol aus. Im Aetherauszuge schienen Spuren von Bernsteinsäure zu sein, jedoch nur mikroskopisch zu erkennen, (bernsteinsaures Barium ist in Wasser schwer löslich, nicht unlöslich); sonst waren in diesen Lösungsmitteln keine organischen Körper enthalten.

β. Unlöslicher Rückstand.

Die vom Aether befreite saure Flüssigkeit enthielt eine geringe Menge eines gelblichen, festen Körpers, an dem durchaus keine faserige Structur zu erkennen war. Dieser Rückstand erweist sich bei genauer Untersuchung als aus Kieselsäure und schwefelsaurem Kalk bestehend, organische Verbindungen sind nicht darin enthalten.

γ. Die Lösung.

Zunächst überzeugte ich mich von der Abwesenheit flüchtiger organischer Körper und entfernte dann die grossen Mengen Schwefelsäure, indem ich die Flüssigkeit durch Bariumchloridlösung in salzsaurer Lösung genau fällte und das Filtrat durch Eindampfen concentrirte. Schwefelsaurer Kalk wurde durch Alkohol entfernt, die Flüssigkeit durch kohlensaure Natronlösung neutralisirt und durch Zusatz von Bariumchlorid schwer lösliche Bariumsalze gefällt.

1. Schwer lösliche Bariumsalze.

Der Niederschlag wird mit Chlorwasserstoffsäure ausgekocht, aus dem Filtrat durch Eindunsten die Säure möglichst entfernt und der Rückstand succesive mit Aether, absolutem und verdünntem Alkohol ausgezogen. Auch an dieser Stelle konnten nur die charakteristischen zwei Krystallformen beobachtet werden. Zunächst krystallisirte Oxalsäure aus, durch wiederholtes Eindampfen der Mutterlauge wurde Bernsteinsäure erhalten.

Analyse der Oxalsäure:

I.	0,3105 Grm. gaben	=	44,41 % Cao.
II.	0,1877 Grm.	=	44,50 »
III.	0,2005 Grm.	=	44,52 »
	Durchschnittszahl:		44,48 %
	Berechnet für $C^2O^4H^2 . 2 H^2 0$	=	44,44 %.

Analyse der Bernsteinsäure:

Die reine Bernsteinsäure wurde in das Silbersalz verwandelt und hierin das Silber bestimmt.

I.	0,1562 Grm. Silbersalz gaben:	86,25 % Ag Cl.
II.	0,1344 Grm. » »	86,18 »
	Durchschnittszahl:	86,21 %
	Berechnet =	86,44 % Ag Cl.

2. Prüfung auf leicht lösliche Bariumsalze und andere Verbindungen.

Baryt wird durch Schwefelsäure genau in salzsaurer Lösung entfernt, die Lösung zur Trockne gebracht und successive mit Aether, absolutem und verdünntem Alkohol ausgezogen. Durch diese Lösungsmittel wurde ein Körper ausgezogen, den ich sogleich als Korksäure an der Krystallform erkannte. Durch wiederholte Darstellung des Bleisalzes wurde die Säure von anhängendem Farbestoff befreit. Es war leider so wenig, dass ich nur eine Bleibestimmung machen konnte.

0,2552 Grm. Bleisalz gaben: 0,2025 $Pb So^4$
= 0,1383 Pb. = 54,19 % Pb.
Berechnet = 54,61 » Pb.

8. Einwirkung von Kaliumbichromat und Schwefelsäure und von Braunstein und Schwefelsäure auf Rohfaser.

Durch gelindere Oxydationsmittel, Kaliumbichromat und Schwefelsäure und durch Braunstein und Schwefelsäure hoffte ich andere Producte als durch Einwirkung der Salpetersäure aus der Rohfaser zu erhalten. Diese Untersuchungen führten jedoch zu keinem Resultat.

In einem mit Rückflussrohr versehenen Kolben brachte ich einen Theil Rohfaser, 4 Theile Kaliumbichromat, 20 Theile Wasser, fügte allmälig 4 Theile Schwefelsäure hinzu und erwärmte dann 24 Stunden auf dem Wasserbade, von Zeit zu Zeit neue Mengen Schwefelsäure und Kaliumbichromat zufügend. Die dunkelgrüne Flüssigkeit wurde dann mit mehr Wasser verdünnt, und ein Theil abdestillirt. Es gehen weder flüchtige Verbindungen über, noch scheiden sich ölförmige Körper in der zurückbleibenden Flüssigkeit aus. Nach dem Erkalten filtrirte ich die rückständige Lösung von der ungelösten Faser ab und übergoss die Faser nochmals mit einem Gemisch gleicher Theile concentrirter Schwefelsäure und Wasser, fügte nach und nach Kaliumbichromat in kleinen Portionen hinzu und erwärmte gelinde. Die ungelöste Faser wurde abfiltrirt, ausgewaschen und mikroskopisch untersucht. Die Structur war im Vergleich zu der ursprünglichen Rohfaser sehr wenig verändert, auch nach dem Befeuchten mit Schwefelsäure und Iodlösung konnte ich keinen wesentlichen Unterschied gegen die Iodreaction der ursprünglichen Rohfaser erkennen, es mochten geringe Mengen der Epidermis und Cuticularschichten durch Einwirkung des Kaliumbichromats und der Schwefelsäure gelöst sein, die gelösten Mengen waren aber jedenfalls so unbedeutend, dass es nicht der Mühe werth schien näher darauf einzugehen. Diese Oxydationsmethode erwies sich also zu schwach. Ein Versuch statt mit Kaliumbichromat mit Braunstein und Schwefelsäure zu oxydiren gab dasselbe Resultat.

Fasst man die bei den Untersuchungen über die Rohfaser erhaltenen Resultate kurz zusammen, so ergiebt sich, dass dieselbe:

I. in überwiegender Menge aus Cellulose besteht;

II. aus s. g. incrustirenden Stoffen.

Dieselben sind mit der Cellulose eng verwachsen und vorwiegend in den äusseren Schichten der Grashalme und Blätter enthalten, besonders in der Epidermis. Sie zeichnen sich durch höheren Kohlenstoffgehalt von der Cellulose aus, und sind in allen gewöhnlichen Lösungsmitteln unlöslich, werden jedoch von Salpetersäure leicht zu Korksäure und Bernsteinsäure oxydirt.

Von schwächeren Oxydationsmitteln, z. B. Schwefelsäure und Kaliumbichromat oder Schwefelsäure und Braunstein, werden sie nicht angegriffen. Benzolderivate sind nicht vorhanden. Im reinen Zustande, d. h. vollständig von Cellulose befreit, konnten die incrustirenden Stoffe nicht dargestellt werden, sie scheinen, nicht allein nach den erhaltenen Oxydationsproducten, sondern auch nach ihrer procentischen Zusammensetzung zu urtheilen, den Fetten nahe stehende Körper zu sein.

III. Sind von unorganischen Körpern Kalk und Kieselsäure zugegen, und zwar sind diese fast ausschliesslich in den Theilen enthalten, welche reich an organischen incrustirenden Stoffen sind.

Der Ansicht Fremy's, dass das unlösliche organische Fasergerüst der Pflanzen aus mehreren isomeren Cellulosen bestehe, kann ich durchaus nicht beipflichten, im Gegentheil ergiebt sich aus den von mir erhaltenen Resultaten, dass dem Lignin nur gewöhnliche Cellulose zu Grunde liegt, die mit organischen fettähnlichen Körpern und ausserdem mit Kieselsäure und Kalk imprägnirt ist.

Somit kann ich die mir gestellte Aufgabe:

> Sind Benzolverbindungen in der Rohfaser präformirt enthalten, die zur Bildung von Hippursäure im thierischen Organismus der Pflanzenfresser direct Veranlassung geben?

— im verneinenden Sinne als gelöst betrachten. Weitere Untersuchungen behalte ich mir vor über die chemische Zusammensetzung der incrustirenden Stoffe, sowie über die Bestandtheile der Rohfaser anderer Pflanzen.

Die Tarife der agricultur-chemischen Versuchs-Stationen für chemische Untersuchungen im Privatinteresse von Landwirthen.

Von

Prof. Dr. **R. Heinrich.**

Vorbemerkung der Redaction. — Ein Durchblick der Tarife für analytische Arbeiten der Versuchs-Stationen im Privatinteresse lässt bedauerliche Ungleichheiten der Preissätze für eine und dieselbe Arbeitsleistung erkennen. Die Differenzen gehen bis zu 100 %. Es bedarf keines Wortes, dass eine thunlichste Uebereinstimmung anzustreben ist, wennschon die örtlich verschiedenen Situationen der Stationen, verschiedene Lohnsätze für Hülfskräfte und andere Umstände eine absolute Identität nicht ganz erreichen lassen mögen. Den folgenden, auf Berathungen der Breslauer Versammlung der Agriculturchemiker (1874) basirenden Vorschlägen des Herrn Prof. Heinrich bieten wir gern Raum, mit dem Wunsche, dass sie zu einer Discussion der Sache Anlass bieten mögen.

Bei der Gründung der agricultur-chemischen Versuchs-Stationen, die meistens aus der Initiative von Landwirthen und landwirthschaftlichen Vereinen erfolgte, hatte man hauptsächlich folgende Aufgaben für dieselben im Auge. Die Versuchs-Stationen sollten:

1) durch naturwissenschaftliche Untersuchungen Kenntniss der Gesetze für Thier- und Pflanzenproduction verschaffen;

2) durch Mittheilung der bekannten Forschungsresultate Kenntnisse über die Bedingungen des Thier- und Pflanzenlebens verbreiten und gleichzeitig ein Auskunftsbüreau für agricultur-chemische Fragen bilden;

3) dem Privatinteresse durch Untersuchungen direct für die landwirthschaftliche Praxis nützen.

Je nach den Verhältnissen war bald dieser, bald jener der angeführten Punkte die Triebfeder für Einrichtung einer Station. Trat demnach auch bald die eine bald die andere Aufgabe bei den verschiedenen Versuchs-Stationen mehr in den Vordergrund, so blieben doch die andern Anforderungen selten aus. Es wird z. B. wohl kaum eine Versuchs-Station durch Arbeiten für das Privatinteresse von Landwirthen nicht in Anspruch genommen werden, sei dies nun durch das Verlangen nach Untersuchungen von Erdarten, Dünge- und Futtermitteln oder Saatwaaren für einzelne Wirthschaften, sei es durch die von den betreffenden landwirthschaftlichen Kreisen beanspruchte Controle des Handels

mit Düngemitteln u. s. w. Es tritt nun besonders in letzter Beziehung an die Vorstände der Versuchs-Stationen die Frage heran, in welcher Weise derartige Anforderungen von Privaten von den Stationen zu berücksichtigen und ob sie ohne besondere Bonification von ihnen ausgeführt werden müssen.

Bei Einrichtung von chemischen Instituten durch Privatpersonen ist es wohl selbstverständlich, dass sich auch die Thätigkeit des betreffenden Instituts auf Verlangen lediglich mit dem Privatinteresse desjenigen, der das Institut eingerichtet und unterhält, beschäftigt. Man könnte voraussetzen, dass, da dies für Privatinstitute als selbstverständlich gilt, dies auch bei Instituten, die von grösseren Vereinen eingerichtet und unterhalten werden, als selbstverständlich angenommen werden könnte. Doch kommen hier noch andere Verhältnisse zur Berücksichtigung. Die Kosten für Einrichtung und Unterhaltung derartiger Stationen werden gewöhnlich gleichmässig von den einzelnen Vereinsmitgliedern getragen, können wenigstens mit Leichtigkeit auf die entsprechende Beitragsquote berechnet werden. Schlechterdings muss in Folge dessen auch jedem Mitgliede des Vereins eine gleichmässige, resp. nach seinem Beitrage äquivalente Benutzung des Instituts ermöglicht werden, — eine Forderung, deren gerechte Erfüllung wohl kaum möglich sein dürfte.

Schon aus diesem letztern Grunde würde es ein bequemes Aushülfsmittel sein, einen Theil der Unterhaltungskosten solcher Anstalten dadurch zu decken, dass für jede Untersuchung im Privatinteresse ein angemessener Betrag als Kosten dem Auftraggeber liquidirt wird. Hiedurch wird derjenige Private, der im erhöhten Masse die Station in seinem Interesse benutzt, auch eine entsprechend höhere Beitragsquote zu tragen haben.

Da ferner wohl keine der bis jetzt bestehenden Versuchs-Stationen materiell so günstig gestellt ist, dass eine Erhöhung ihres Etats nicht wünschenswerth wäre, so könnte eventuell eine derartige Hülfsquelle zur Erweiterung und günstigeren Situirung der Station benutzt werden.

Mit einzelnen wenigen Ausnahmen haben aber die Versuchs-Stationen auch noch eine — sagen wir — höhere Aufgabe zu erfüllen: die Erforschung von landwirthschaftlichen Fragen von allgemeinem Interesse, — die Erforschung der Gesetze der Thier- und Pflanzenproduction.

Eine solche Aufgabe ist wohl ohne Weiteres anzunehmen bei denjenigen Versuchs-Stationen, die durch den Staat eine Subvention erhalten. Die Unterstützung mit Staatsgeldern würde sich wenigstens schwer rechtfertigen lassen bei Stationen, die nur im Privatinteresse der betreffenden landwirthschaftlichen

Kreise arbeiten. Derartige Institute müssen, da sie kein allgemeines Interesse besitzen, ebenso wie z. B. jeder Handels-Chemiker, die Kosten ihrer Unterhaltung durch die Kreise, die sie in Anspruch nehmen, aufbringen. Eine vollständige Ausschliessung der chemischen Arbeiten für Private von den Versuchs-Stationen mit Staatssubvention ist aber unthunlich; es ist gerechtfertigt, dass den landwirthschaftlichen Kreisen, die mit Kosten und Opfern derartige Institute ins Leben rufen, auch Privatvortheile zu Gute kommen. Ebenso ist es aber auch gerechtfertigt, dass der Staat bei Gewährung von Subventionen einer zu weit gehenden Ausnutzung der von ihm im allgemeinen Interesse unterstützten Anstalten durch Private dadurch vorbeugt, dass er die Zahlung angemessener Untersuchungskosten als Bedingung stellt.

Bei Regelung der Kosten für derartige Untersuchungen ist nach Vorstehendem die Person zu berücksichtigen, welche die Benutzung der Station verlangt — ob sie für sich, oder als Mitglied eines Vereins etc. eine Beisteuer zur Unterhaltung der Versuchs-Station bereits zahlt, oder nicht. Im letzteren Falle ist — wenn es überhaupt nicht räthlich erscheint, das Verlangen zurückzuweisen — ein höherer Kostenpreis zu liquidiren, als im ersteren.

Was nun speciell die von den Versuchs-Stationen auszuübende Controle der in den Handel kommenden Düngemittel*) betrifft, so sind dabei folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

Von den Versuchs-Stationen, soweit sie Institute der landwirthschaftlichen Vereine, sind derartige Controlen nicht von der Hand zu weisen; die Stationen besitzen dazu eine Verpflichtung.

Im allgemeinen Interesse haben die Versuchs-Stationen auch die Verpflichtung, bei Einführung künstlicher Düngemittel, wie solche der Controle bedürftig sind, behülflich zu sein. Desshalb muss in Districten, wo der Gebrauch künstlicher Düngemittel noch nicht Bedürfniss geworden ist, die Einführung derselben seitens der Station durch mässige Controlgebühren möglichst erleichtert werden.

In Districten, in welchen die Anwendung künstlicher Düngemittel allgemein Verbreitung gefunden hat, ist als Controlgebühr ein Minimalsatz festzuhalten, der sich je nach dem Umsatz der Düngemittel erhöht.

---

*) Die Controle der Futtermittel soll vorläufig ausser Berücksichtigung gelassen werden, da eine ähnliche Controle, wie für die Düngemittel, bis jetzt für sie wohl noch nicht üblich ist. Für die Controle des Samenhandels sind bereits über die Kostenfrage Mittheilungen von Herrn Professor Nobbe-Tharand gemacht worden.

Die Controlgebühren sollen von den Handlungen der betreffenden Düngemittel entrichtet werden, da die Controle dem Publicum gegenüber eine Bürgschaft der Reellität der Waare ist. Unter Controle dürfen nur solche Düngerhandlungen genommen werden, die einmal einen Gehalt ihrer Waaren garantiren, einen nachgewiesenen Mindergehalt vergüten, und denen bisher eine Unreellität nicht nachgewiesen wurde:

Die ausgeübte Controle begreift in sich, dass jeder Käufer von der controlirten Handlung berechtigt ist, die entnommene Waare auf ihren garantirten Gehalt kostenfrei nachuntersuchen zu lassen.

Nachdem es aus obigen Gründen gerechtfertigt erscheint, seitens der agricultur-chemischen Versuchs-Stationen Kosten für Untersuchungen im Privatinteresse zu liquidiren, liegt der Wunsch nahe, über die Höhe derartiger Kostensätze auf den landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen in Deutschland eine gewisse Gleichmässigkeit zu erzielen, um die unglaubliche Verschiedenheit in den Kostenforderungen, wie sie bis jetzt nach den vorhandenen Tarifen der Versuchs-Stationen für die gleiche Arbeitsleistung herrscht, zu beseitigen.

Zu diesem Zwecke gestatte ich mir im Auftrage der bei Gelegenheit der 47. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Breslau zur Berathung der Angelegenheit versammelt gewesenen Agriculturchemiker nachstehenden Tarif vorzuschlagen.

Ich bemerke, dass bei Aufstellung desselben die oben erwähnten Gesichtspunkte leitend waren.

Tarif

für chemische Untersuchungen der agricultur-chemischen Versuchs-Station im Privatinteresse.

A. für Mitglieder subventionirender Vereine.

1. Bestimmung einzelner Bestandtheile.

	Mark
In Wasser lösliche Phosphorsäure (in Superphosphaten, aufgeschlossenem Knochenmehl u. s. w.)	3
In Wasser unlösliche Phosphorsäure[1]) (in Superphosphaten, Phosphoriten, Mineralien u. s. w.)	5
Stickstoff (in Futter- und Düngemitteln)	5
Ammoniak (in Ackerboden, Wasser, Pflanzen u. s. w.) nach Knop	6
Desgl. nach Schlösing	4
Salpetersäure (in Ackerboden, Wasser, Pflanzen u. s. w.)	8
Kali (in Düngesalzen, Bodenarten, Mineralien u. s. w.)	5
Kalk (in Wiesenkalken, Mergeln, Erden, Kalksteinen u. s. w.)	3

[1]) Die Bestimmung der s. g. zurückgegangenen Phosphorsäure = der unlöslichen Phosphorsäure.

	Mark
Desgl., als kohlensaurer Kalk, durch Bestimmung der Kohlensäure berechnet	2,5
Magnesia (in Düngesalzen, dolomitischen Mergeln, Wasser, Erden u. s. w.	3
Schwefelsäure (in Gyps, Superphosphaten, Erden u. s. w.)	3
Feuchtigkeit (in Düngemitteln, Futterstoffen u. s. w.)	2
Desgl. in (Peruguano und ähnlichen) Körpern, welche andere flüchtige Stoffe enthalten	5
Sand (in Guano, Knochenmehl u. s. w.)	2
Stärke (in Kartoffeln aus dem specifischen Gewicht berechnet)	2
Fett (in Oelkuchen, Oelsamen, Milch, Wolle u. s. w.)	5
Zucker, a) Rohrzucker (in Rüben, Pflanzensäften u. a. K.)	5
Desgl. (durch den Polarisationsapparat bestimmt)	3
b) Trauben- oder Krümelzucker	5
Zellstoff	5

2. Ausgedehntere Untersuchungen.

a. Düngemittel.

Düngesalze,	
Kalisalze: Kali und Schwefelsäure oder Chlor	7
» Desgl.: und Natron, Magnesia	10
» Desgl. und Sand	11
Vieh- oder Kochsalz: Natron und Chlor	5
» » » Desgl. sowie in Wasser unlösliche Bestandtheile und Sand	8
Gyps: Kalk und Schwefelsäure	5
» Desgl. und Sand	6
Bittersalz: Magnesia und Schwefelsäure	5
» Desgl. sowie in Wasser unlösliche Bestandtheile und Sand	8
Chilisalpeter: Stickstoff (durch Erhitzen mit Quarzsand, doppelt chromsaurem Kali etc. bestimmt) und fremde Beimengungen, Feuchtigkeit	6
» Desgl. und Sand	7
Schwefelsaures Ammoniak: Stickstoff od. Ammoniak u. Feuchtigkeit	6
» » Desgl. und Sand	7
Superphosphate: In Wasser lösl. und unlösl. Phosphorsäure	7
» Desgl. und Feuchtigkeit	8
Ammoniak-Superphosphate oder aufgeschlossener Peruguano	
Stickstoff und in Wasser lösliche Phosphorsäure	7
Desgl. und die in Wasser unlösliche Phosphorsäure	11
Peruguano: In Wasser unlösliche Phosphorsäure und Stickstoff	[illegible]
» Desgl. sowie Feuchtigkeit, organische Substanzen und Sand	11
» Desgl. und Kali	15
Kali-Superphosphate: Kali und in Wasser lösliche Phosphorsäure	7
» » Desgl. und die in Wasser unlösliche Phosphorsäure	11
Kali-Ammoniak-Superphosphate:	
Kali, Stickstoff und in Wasser lösliche Phosphorsäure	10
Desgl., sowie die in Wasser unlösliche Phosphorsäure	14
Knochenmehl: Stickstoff und Phosphorsäure	8
» Desgl. sowie Feuchtigkeit, organ. Substanzen, Mineralstoffe und Sand	12
Aufgeschlossenes Knochenmehl: Stickstoff, in Wasser lösliche und unlösliche Phosphorsäure	10

		Mark
Stalldung, Kompost und dergl.	Stickstoff, Phosphorsäure und Kali . .	12
» » »	desgl. sowie Feuchtigkeit organ. Substanzen, Mineralstoffe und Sand	16
» » »	Jeder einzelne Bestandtheil noch mehr.	2
Jauche, Latrine und andere flüssige Dünger:		
	Wasser, Trockenrückstand, organ. und mineralische Substanzen, Sand, Stickstoff und Kali	16
	Desgl. und Phosphorsäure	20
Phosphorite, Koprolithen, Bakerguano:		
	Phosphorsäure und Kalk.	7
	Desgl. sowie Feuchtigkeit und in Salzsäure Unlösliches. .	10
	Für jeden einzelnen Bestandtheil mehr	2
Mergel: Kalk, Magnesia, Kohlensäure.		7
» Desgl., sowie Sand. Feuchtigkeit.		9
Pflanzenaschen, siehe Futtermittel.		

b. Erden, Moder und dergl.

		Mark
Bodenarten:		
a.	in kalter concentrirter Salzsäure lösl. Körper, (Methode nach Wolff,) und zwar: Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd und Thonerde, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kieselsäure und Chlor.	30
b.	in Wasser oder kohlensäurehaltigem Wasser lösliche Körper	20
c.	Feuchtigkeit, organische Substanzen (durch Glühen bestimmt), Stickstoff	8
d.	desgl., aber organische Substanzen aus dem Kohlenstoff berechnet.	12
e.	desgl. mit gesonderten Bestimmungen der Salpetersäure und des Ammoniaks.	20
f.	Schlämmprobe nach Nöbel	5
	Bestimmungen von a. c. f. zusammen.	40
	Bestimmungen von a. b. d. zusammen.	55
	Bestimmungen von a. b. und e. zusammen	60
	Bestimmungen von a. b. d. e. zusammen	58
Moder, Torf u. s. w.	Feuchtigkeit, organische Substanzen, mineralische Stoffe, Sand	6
» » »	Desgl., sowie Stickstoff und Phosphorsäure . . .	14
» » »	Desgl., sowie Kali, Kalk, Schwefelsäure	22

c. Wasser.

	Mark
Gehalt an fixen Bestandtheilen (organischen und mineralischen)	5
Desgl., Bestimmung des Kalkes und der Magnesia (Härtebestimmung) .	5
Bestimmung sämmtlicher Bestandtheile, ausschliesslich der Salpetersäure (Trinkwasser, Wasser für technische Zwecke, Rieselwasser, Drainwasser).	25
Desgl., incl. der Salpetersäure, qualitative, Prüfung auf Ammoniak . .	30
Desgl., incl. der quantitativen Bestimmung des Ammoniaks	35

d. Futtermittel.

	Mark
Heu, Stroh, Rüben, Kartoffeln, Kleie, Oelkuchen etc.:	
Bestimmungen von Stickstoff und Fett (in Oelkuchen). . . .	8
Bestimmungen der Feuchtigkeit, stickstofffreien und stickstoffhaltigen Bestandtheile, von Zuckerstoff, Fett, Mineralstoffen und Sand.	18

	Mark
Desgl., sowie Gummi, Rohr- und Krümelzucker, in Wasser lösliche Proteinkörper	30
Vollständige Bestimmung der Aschenbestandtheile	25
Milch: Wasser, Trockensubstanz, Fett, stickstoffhaltige Körper (Kasein und Eiweiss) Milchzucker, Asche	15
Desgl., aber Eiweiss gesondert	17
Butter, Käse: Wasser, Fett, Salze, eiweissartige Körper	12

e. Verschiedenes.

Rohwolle: Wollfett, fremde Bestandtheile und Sand, Reinwolle	8
Besondere Bestimmung des Waschabganges durch Wasser, durch Seifenwasser und durch Aether	10

B. für Mitglieder, welche bezüglich der Subvention den Versuchs-Stationen fremd stehen.

Der Betrag vorstehender Sätze erhöht sich für solche Auftraggeber auf das Doppelte.

C. Controlgebühren.

In Districten, in welchen künstliche Düngemittel bereits eine ausgedehnte Verbreitung besitzen, ist ein Minimalsatz festzuhalten, als welcher der Betrag von 300 Mark vorgeschlagen wird. Dieser Minimalsatz erhöht sich je nach dem Umsatz für 5000 zu 5000 Centner um je 300 Mark.

In Districten, in welchen die Verwendung der Düngemittel bisher noch nicht gebräuchlich, oder nur gering ist, ist der Station als Controlgebühr für Superphosphate pro Centner 0,1 Mark, für stickstoffhaltige und gemischte Düngemittel 0,25 Mark zu zahlen, bis zum Betrage von 300 Mark. Von da an tritt der Betrag nach obengenannten Sätzen ein.

Honorartaxe für chemische Untersuchungen der Hamburger Handelschemiker.

Von Dr. **Ulex.**

	Mark
Phosphorsäure-Bestimmung durch Titriren	6,00
» » » Molybdän	12,00
Stickstoffbestimmung	9,00
Kalibestimmung	9,00
Kohlensäure	3,00

Entwurf einer Taxe für analytische Operationen.

	Mark
Eine Wägung	0,75
» Auflösung in Wasser	0,75
» » » Säuren, Alkohol, Aether	1,00
» Fällung	6,50
» Filtration nebst Auswaschung	0,75
» Abdampfung	0,75
» Trocknung	0,75
» Glühung	0,75
» maassanalyt. Bestimmung	3,00

	Mark
Eine Aufschliessung mit kohlens. Natr.	6,00
» » » Baryt- oder Flusssäure	9,00
» Elementaranalyse auf Stickstoff	9,00
» » » Kohle und Wasserstoff	15,00
» Destillation	6,00
» spec. Gew.-Bestimmung	3,00
» Schmelzpunktbestimmung	3,00

Honorartaxen für die häufiger vorkommenden Untersuchungen an der Versuchs-Station f. d. Herzogthum Anhalt zu Cöthen.

Von Dr. F. Heidepriem.

	Mark
Lösl. PO^5 in Superphosphaten	6
Lösl. u. nat. PO^5 in desgl.	12
PO^5 in Phosphoriten, Cuprolithen, Knochenkohle, Bakerguano	9
N im Guano, Knochenmehl, Ammoniaksalzen, Fischguano	6
N im Chili-Salpeter	7
Guano, Knochenmehl und desgl. auf H^2O, Asche (org. Substanz.) PO^5, N und Sand	18
R^2O in Kalisalzen (nach Stohmann)	6
Jeder einzelne Bestandtheil in denselben	6
Futterstoffe auf H^2O, Asche, Fett, Eiweissstoffe, Rohfaser, Nfreie Extr. St.	20
Trinkwasser (volumetrisch) auf N^2O^3, N^2O^5, NH^3, org. Subst.	6
Vollständige Wasseranalyse	45
Einzelne Bestandtheile	6
Vollständige Bodenanalyse	100
Vollst. Analyse von Mineralien, Thonen, Mergeln, Kalksteinen, Cementsteinen	40–60
$CCaO^4$ im Mergel und Knochenkohle aus der CO^2	3

Personalnotizen.

Herr Dr. F. Breitenlohner, Docent an der Forstakademie in Mariabrunn, hat sich an der K. K. Hochschule für Bodencultur zu Wien als Privatdocent für Torfwirthschaft und Moorcultur habilitirt.

Se. Majestät der Kaiser von Oestreich hat dem ord. Professor der Chemie an der Hochschule für Bodencultur zu Wien, Dr. Philipp Zöller, in Anerkennung seiner ausgezeichneten wissenschaftlichen und lehramtlichen Thätigkeit, den Titel und Charakter eines Regierungsrathes taxfrei verliehen. (N. fr. Pr.)

Die durch den Tod des Dr. C. Karmroth erledigte Leitung der Versuchs-Station des landw. Centralvereins für die Rheinprovinz zu Bonn ist Herrn Dr. Moritz Fleischer, bisherigem Assistenten der Versuchs-Station Göttingen, übertragen worden.

Vorschläge

zu den

Verhandlungsgegenständen

der ersten Versammlung der Vorstände

von

Samencontrol-Stationen

zu Graz

am 20. und 21. September 1875.

A. Die Technik der Untersuchung von Samenproben betreffend.

1. In welchen Mengen sind die verschiedenen Samengattungen seitens der Control-Station für eine ordnungsmässige Untersuchung einzufordern?
2. Vorschriften für die Entnahme der »Mittelprobe« vom Gesammtposten.
3. Herstellung der »engeren Mittelprobe« aus dem eingesandten Quantum.
4. Deren Grösse.
5. Von welchen Samenarten ist die Echtheit durch die Control-Station zu constatiren?
6. Methode der Ermittlung der »fremden Bestandtheile« der Probe.
7. Ermittlung der Keimkraft:
   a. Anzahl der zu verwendenden Körner.
   b. Ist Vorquellung empfehlenswerth? Deren Dauer?
   c. Welches Keimbett ist zu wählen?
   d. Welche Temperaturen?
   e. Dauer der Exposition zur Keimung.
   f. Behandlung der schwer keimenden Samen von Holzgewächsen etc.
   g. Berechnung der schliesslich ungequollenen Samen von Papilionaceen etc.?
8. Feststellung des »Gebrauchswerthes« der untersuchten Probe.
   a. Rechnungsansatz nach Reinheit und Keimkraft.
   b. Sind anderweite Momente, der Regel nach, in den Ansatz aufzunehmen, etwa:
      α. die »Energie« der Keimkraft?
      β. die specif. Natur der fremden Bestandtheile?

γ. das absolute Gewicht der Samen?
δ. das specif. oder Volumengewicht der Samen?
ε. die Farbe und Form der Samen?

9. Innerhalb welcher Grenzen bewegt sich die Zuverlässigkeit der Untersuchungsresultate (Latitüde zu Gunsten des Verkäufers)?
   a. bezüglich der Keimkraft;
   b. der Reinheit;
   c. des Cuscuta-Gehalts der Klee- und Leinsaat.

B. Die äussere Organisation der Controle des Samenmarkts.

1. Tarif für die Untersuchung von Samenproben.
2. Ist die tarifmässige Ausführung von Samenprüfungen für Private (Käufer) an gewisse Bedingungen zu knüpfen?
3. Unter welchen Bedingungen hat eine Ermässigung des Untersuchungshonorars einzutreten?
4. Nach welchen Principien ist ein event. Contract der Samencontrol-Station mit Handlungsfirmen ihres Bezirks, behufs wirksamer Uebung der Controle, abzufassen?
5. Ist die Zahl der zu solchem Contract zuzulassenden Firmen zu beschränken?
6. Ist das Resultat der von Händlern eingesandten Muster unter Namhaftmachung des Einsenders zu publiciren?
7. Hat die Samencontrol-Station ihre Thätigkeit auf die technische Untersuchung eingesandter Samenproben zu beschränken, oder ist ihre Hauptaufgabe: Hebung des Samenmarkts, anderweit zu fördern, etwa:
   a. durch wissenschaftliche Untersuchungen und Versuche: über Frucht- und Samenbildung; Samenreifung; die Bedingungen des Keimprocesses; Dauer, Conservirung und Beförderung der Keimkraft; Unkräuter, ihre Entwicklung, Verbreitung und Vertilgung; Samenbeizen etc. etc.;
   b. durch literarische und persönliche Belehrungen;
   c. durch Verbreitung richtiger Samenmuster;
   d. durch Empfehlungen bewährter Reinigungsapparate;
   e. durch Provocation gemeinsamer Bezüge von Saatwaaren mittelst Consumvereinen etc.;
   f. durch Anregung ausgiebiger Samenzuchten, Ausstellungen etc.

F. Nobbe.

Ausstellung
von
Maschinen und Geräthen zur Samen-Reinigung in Graz.

Bei Gelegenheit der vom 18. bis 24. September l. J. in Graz tagenden XLVIII. Versammlung der deutschen Naturforscher und Aerzte findet auch eine Versammlung der Vorstände der Samencontrol-Stationen statt, welche am 20. und 21. September abgehalten werden soll.

Die k. k. Landwirthschafts-Gesellschaft für Steiermark hat beschlossen, aus diesem Anlasse in den Tagen vom 18. bis 22. September eine

Ausstellung von Maschinen und Geräthen zur Samen-Reinigung

zu veranstalten, welche in der vom hochlöbl. steiermärkischen Landes-Ausschusse hiezu überlassenen landschaftlichen Turnhalle stattfinden wird.

Diese Ausstellung soll umfassen:

1. Apparate und Maschinen zum Drusche und zur Reinigung von Kleesamen (insbesondere zur Entfernung der Samen der Kleeseide);

2. Apparate und Maschinen zur Reinigung von Grassamen;

3. Geräthe und Maschinen zur Reinigung und Sortirung von Getreide und anderen Sämereien.

Die Anmeldungen zur Theilnahme an dieser Ausstellung sind bis längstens Ende August an die Kanzlei der k. k. Landwirthschafts-Gesellschaft für Steiermark (Graz, Schmiedgasse 25) oder an Herrn Professor Dr. Friedrich Nobbe in Tharand (Königreich Sachsen), welcher dieselben für Deutschland entgegennimmt, zu richten und haben zu enthalten:

a) Den Namen und Wohnort der anmeldenden Firma;
b) die Zahl und Art der angemeldeten Geräthe und Maschinen;

c) das Raumerforderniss für dieselben in Quadratmetern Bodenfläche;

d) die Angabe, ob die Maschinen mit der Hand oder mittelst eines Göpels in Bewegung gesetzt werden;

e) den Preis der Maschinen;

f) die Angabe, ob zur Aufstellung der Maschinen ein Vertreter der Firma in Graz erscheinen wird.

Weitere Angaben in Bezug auf die Leistungsfähigkeit der Maschinen etc. sind sehr erwünscht.

Die Kosten der Zusendung und Rücksendung der Maschinen sind vom Aussteller zu tragen.

Ein Platzgeld ist nicht zu entrichten.

Für Beaufsichtigung der Maschinen und für Versicherung derselben gegen Feuersgefahr sorgt die k. k. Landwirthschafts-Gesellschaft. Dieselbe wird auch für Sämereien zur Vornahme von Proben Sorge tragen.

Eine Prämiirung findet nicht statt, wohl aber wird ein eingehender Bericht über die Ausstellung veröffentlicht werden.

Die k. k. Landwirthschafts-Gesellschaft hat bereits Schritte gethan, um die zollfreie Einfuhr der aus dem Auslande kommenden Ausstellungsgegenstände, sowie Frachtermässigungen für den Eisenbahntransport zu erwirken und wird über die Erfolge ihrer diesbezüglichen Bemühungen die Herren Aussteller ehestens verständigen.

Die Herren Anmelder erhalten umgehend nach Empfang ihrer Anmeldungen eine Zulassungs-Bestätigung, welche zugleich als Legitimation zur Erwirkung der Zoll- und Frachtbegünstigungen dient.

Die Absendung der Ausstellungsgegenstände muss derart erfolgen, dass dieselben bis längstens 15. September in Graz eintreffen. Vor Schluss der Ausstellung (22. September Abends) darf kein Ausstellungsgegenstand entfernt werden. Die Abfuhr der Ausstellungsgegenstände muss bis längstens 26. September erfolgen, widrigenfalls dieselben auf Kosten und Gefahr des Eigenthümers in Aufbewahrung gegeben werden.

Alle auf die Ausstellung bezüglichen Anfragen und Wünsche sind an die Kanzlei der k. k. Landwirthschafts-Gesellschaft in Graz oder an Herrn Professor Dr. F. Nobbe in Tharand zu richten.

Graz, Ende Juli 1875.

Aus dem agricultur-chemischen Laboratorium der Universität Moskau.

II. Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Bildung von Spaltungsproducten der Eiweisssubstanzen bei der Keimung des Kürbis.

Von

A. Sabanin und **N. Laskovsky**; ref. von **N. Laskovsky**.

In einer früheren Arbeit (Bd. XVII. S. 243 d. Zeitschr.) versuchten wir mittelst der von Robert Sachsse[1]) zur Bestimmung des Asparagins vorgeschlagenen Methode einen Einblick in die Metamorphose der Proteinkörper bei der Keimung des Kürbis zu gewinnen. Wir gingen damals von der Voraussetzung aus, dass die sich bei der Keimung bildenden Mengen von Ammoniak oder ihm ähnlich zusammengesetzter Körper nur geringfügig und dass fast die ganze Masse der durch Kochen mit Salzsäure und Behandlung mit bromirter Natronlauge aus dem alkoholigen Extracte der gekeimten Saamen erhaltenen Stickstoffvolumina auf Rechnung des gebildeten Asparagins zu setzen sei, und dass ausser Asparagin sich kein anderes stickstoffhaltiges Spaltungsproduct der Proteinkörper bilde, welches bei angewandter Methode gasförmigen Stickstoff liefern könne. Beide Voraussetzungen haben sich bei näherer Prüfung als nicht gerechtfertigt herausgewiesen. Die Mengen des bei der Keimung erzeugten Ammoniaks sind nicht unerheblich, und muss man immer den Stickstoff, der sich ohne vorhergehende Einwirkung von Salzsäure aus dem Extracte bei Behandlung mit bromirter Natronlauge bildet, von der Gesammtmenge des Stickstoffes abziehen. Zu diesem Zweck wird das

1) Landw. Versuchs-St. Bd. XVI. S. 16.

Extract, wie schon Sachsse vorgeschlagen, in zwei Hälften getheilt und in der einen Hälfte das fertig gebildete Ammoniak bestimmt, während die andere Hälfte erst nach Kochen mit Salzsäure zur Stickstoffbestimmung verwendet wird. Wenn man dann von dem aus der zweiten Hälfte erzeugten Stickstoff den ohne vorhergehendes Kochen mit Salzsäure erzeugten Stickstoff substrahirt, so ergiebt erst der Rest den auf Asparagin und ähnliche Körper fallenden Stickstoff.

Trotz vieler Mühe ist es uns bis jetzt nicht gelungen Asparagin aus Kürbiskeimlingen zu erhalten, und muss man daher das Auftreten dieses Körpers bei keimendem Kürbis bis jetzt für problematisch halten; da aber nach den Arbeiten von Hlasiwetz und Habermann, Ritthausen und Kreusler fast mit Gewissheit die Existenz einer dem Asparagin ähnlichen Gruppe von Elementen in den Proteinkörpern angenommen werden muss, so ist es sehr wahrscheinlich, dass bei den sich während der Keimung vollziehenden Metamorphosen der Eiweisstoffe dem Asparagin nahestehende Verbindungen entstehen und giebt daher Sachsse's Methode einigen Aufschluss über die sonst so räthselhaften Umwandlungen der Eiweisskörper. Wir werden daher den Ausdruck Asparagin beibehalten und unter demselben kurzweg die Summe der sich beim Keimen bildenden stickstoffhaltigen Substanzen verstehen, welche erst nach erfolgtem Kochen mit Salzsäure gasförmigen Stickstoff liefern.

In unserer oben citirten Arbeit trat sehr auffällig der Einfluss hervor, welchen eine Erhöhung der Keimungstemperatur auf das Mehrerzeugen von Asparagin bei Lichtabschluss ausübten; wir nahmen uns daher vor, diese Frage einer nochmaligen Prüfung zu unterwerfen, richteten aber ausserdem unsere Aufmerksamkeit auf den Einfluss, welchen Beleuchtung oder Lichtabschluss auf die Bildung von asparaginähnlichen Spaltungsproducten ausüben.

Die Tabellen A und B enthalten die Zusammenstellung der erhaltenen Resultate. Columne I zeigt die Keimungstemperatur, II die Zahl der Versuchstage, III die Mengen des ohne vorhergehendes Kochen mit Salzsäure erhaltenen Stickstoffes in Pro-

centen der Trockensubstanz, IV die Mengen des Stickstoffes nach Kochen mit Salzsäure in Procenten, V den Rest von Stickstoff, welcher nach Abzug der Zahlen der Columne III aus IV übrig bleibt. VI die Mengen von Asparagin in Procenten, welche sich auf Grund der Zahlen der vorhergehenden Columne berechnen.

A. Lichtabschluss

I	II	III	IV	V	VI
18°	10	0,26	0,43	0,17	1,60
30[1]	10	0,54	0,75	0,21	1,98
20	16	0,27	0,55	0,28	2,64
21	17	0,46	0,88	0,42	3,96

B. Beleuchtung.

I	II	III	IV	V	VI
21	10	0,20	0,20	0,00	0,00
28	10	0,42	0,43	0,01	0,09
20	16	0,49	0,52	0,03	0,28
21	17	0,64	0,77	0,13	1,22

Ein Blick auf die Tabellen A und B überzeugt, wie eclatant der Einfluss des Lichtes auf die Asparaginbildung bei der Keimung des Kürbis hervortritt, und bestätigt zugleich die Resultate unserer früheren Arbeit über die Abhängigkeit der Mengen des gebildeten Asparagins von der Keimungstemperatur. Bei höheren Temperaturen wächst bei Lichtabschluss nicht nur die Menge des gebildeten Asparagins, sondern auch mit ihm zugleich die Menge des erzeugten Ammoniaks. Bei Beleuchtung wird gar kein oder nur sehr wenig Asparagin gebildet. oder was wahrscheinlicher, tritt gleichzeitig mit der Erzeugung des Asparagins die Regeneration desselben zu Eiweissstoffen ein. — Erhöhte Temperatur bewirkt auch bei der Beleuchtung eine Mehrerzeugung von Ammoniak. Die Beobachtungen, welche den Einfluss des Lichtes auf Asparaginbildung leugnen, sind wohl, wenn auch richtig, nur unter gewissen Reserven aufzunehmen.

[1]) Zu Ende dieses Versuches hatte aus Versehen das Licht Zutritt, wenn auch nur kurze Zeit.

Wie bekannt, ist der Einfluss des Lichtes auf Asparaginbildung fast ebenso viele Mal verneint als bejaht worden. Die Versuche von Piria, Cossa[1]) und R. Sachsse[2]) sprechen entschieden gegen den Einfluss des Lichtes, die Arbeiten von Pasteur[3]) und Pfeffer[4]) weisen hingegen ebenso entschieden auf die Existenz dieses Einflusses hin. Vielleicht hängt dieser Widerspruch der erhaltenen Resultate theilweise von der Verschiedenheit der von den Beobachtern zu ihren Versuchen verwendeten Pflanzen her (Sachsse experimentirte mit Erbsen, Pfeffer mit Lupinen, Pasteur und Piria mit Wicken); oder aber wäre der Widerspruch der Resultate auch noch anders zu erklären? Stellen wir uns vor, dass das Asparagin und ihm nahestehende Stoffe wirklich die Rolle spielen, welche ihnen Pfeffer zuspricht, dass also ein grosser Theil der in den Reservebehältern aufgespeicherten Eiweisstoffe vor der Wanderung in Asparagin und vielleicht Glycose gespalten werden, dass dadurch die stickstoffhaltige Substanz ungemein an Diffundirbarkeit gewinnt und dass später unter dem Einflusse des Lichtes das Asparagin zu Eiweisssubstanzen regenerirt wird. Wenn die Sache wirklich so liegt, so könnte der Einfluss des Lichtes auf die Mindererzeugung des Asparagins erst dann eclatant hervortreten, wenn die Keimung schon genug vorgeschritten d. h. die Spaltung der Eiweissstoffe und ihre nachfolgende Regeneration schon vollzogen. Wird die Keimung zu früh unterbrochen, so kann es zutreffen, dass die Regeneration des Asparagins erst begonnen, und wir erhalten bei im Dunkeln und bei Lichtzutritt gewachsenen Pflänzchen fast dieselben Mengen von Asparagin. Dazu kommt noch der so wichtige Einfluss der Wärme. Die bei Lichteinfluss und im Dunkeln keimenden Pflanzen können nur dann untereinander verglichen werden, wenn die Keimungstemperaturen dieselben; denn wenn z. B. die Dunkel-Pflanzen bei niederer Temperatur

---

1) Landw. Versuhcs-St. Bd. XV. S. 182.
2) Landw. Versuchs-St. Bd. XVII. S. 89.
3) Ann. de Chim. et de Phys. 1851.
4) Landw. Versuchs-St. Bd. XV. S. 114.

erzogen worden, so können sie gleiche Mengen von Asparagin enthalten, wie Pflanzen, welche unter dem Einfluss des Lichtes und bei hoher Temperatur gewachsen, wo sich viel Asparagin gebildet, aber dasselbe noch nicht ganz regenerirt worden. Bei vielen Beobachtern ist nun gar nicht angegeben, unter welchen Temperaturverhältnissen die Versuchspflanzen und wie weit die Entwicklung derselben vorgeschritten. Zur endgültigen Entscheidung der Frage über den Einfluss des Lichtes auf Asparaginbildung wären daher noch neue Controlversuche zu unternehmen.

Moskau, April 1875.

Notiz, betreffend das Vorkommen des Betains in den Futterrüben.

Von

E. Schulze und A. Urich.

In einer Arbeit über die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Futterrüben, welche in dieser Zeitschrift[1] zum Abdruck gelangte, haben wir angegeben, dass aus den von uns untersuchten Rüben ein Körper sich abscheiden liess, welcher in seinem Verhalten mit dem von Scheibler in den Zuckerrüben entdeckten Betain übereinstimmte. Wir haben nachträglich eine etwas grössere Menge desselben dargestellt und mit demselben einige analytische Bestimmungen ausgeführt, welche seine Identität mit dem Betain ausser Zweifel setzen.

Wir verwandelten die in der früher angegebenen Weise aus dem Rübensaft abgeschiedene Base in das salzsaure Salz, welches aus der stark concentrirten wässrigen Lösung in schönen, grossen, luftbeständigen Krystallen sich ausscheidet. Nachdem dieselben durch Umkrystallisiren gereinigt waren, wurde

[1] Bd. XVIII, S. 296 ff.

in ihnen der Gehalt an Stickstoff und an Chlor bestimmt. Die Bestimmungen gaben folgende Resultate:

0,3000 Grm. Substanz gaben 0,02687 Grm. N (vorgeschlagen 20 Ccm. verd. Schwefelsäure = 26,6 Ccm. Barytwasser; zum Zurücktitriren gebraucht 19,55 Ccm. Barytwasser; 1 Ccm. Barytwasser entsprach 0,003812 Grm. N)

0,1805 Grm. Substanz gaben 0,1667 Grm. AgCl.

	gefunden	Salzsaures Betain = $C^5H^{11}NO^2.HCl$ verlangt:
N	8,96 %	9,12 %
Cl	22,85 »	23,12 »

Die Mutterlauge von den Krystallen des salzsauren Betains wurde mit Goldchlorid versetzt; es schied sich das in kaltem Wasser schwer lösliche Golddoppelsalz des Betains aus. In heissem Wasser löste sich dasselbe leicht auf und krystallisirte beim Erkalten, entsprechend den Angaben Scheibler's, in Nadeln und Blättchen. Beim Glühen hinterliess dasselbe 41 % Au (die Formel $C^5H^{11}NO^2.HCl.AuCl^3$ verlangt 43 %).

Mittheilungen aus dem landwirthschaftlichen Laboratorium der Universität Heidelberg.

VI. Ueber die Bedeutung der organischen Säuren in den Pflanzen.

Von

Adolf Mayer.

Vorbemerkungen.

Nur für wenige Stoffgruppen besitzen wir zur Zeit eine Vorstellung von deren organischer Leistung in den Pflanzen. Wir wissen, dass die protoplasmatischen Zellinhalte Eiweiss-

stoffe als wesentliche Bestandtheile enthalten; wir wissen andererseits, dass die Zellhäute ausnahmslos aus einem Kohlehydrate gebildet sind, und wir verstehen so, warum diese beiden Stoffgruppen auch als Reservestoffe die hervorragendste Rolle spielen. Wir haben auch eine ungefähre Vorstellung davon, in wiefern gelegentlich die Fette die Kohlehydrate vertreten können. Andere Substanzen, wie die Glucoside, stellen sich als gepaarte Verbindungen dar, deren einer Paarling wenigstens zu jener Gruppe der Kohlehydrate gehört; diese Körper werden also durch ihre Spaltung unter Wasseraufnahme für den Pflanzenorganismus nutzbringend sein können. Wieder andere Stoffe haben wir neuerdings als stickstoffhaltige Reste bei dem Verbrauch der Eiweissstoffe kennen gelernt, und wir erachten es für wahrscheinlich, dass ihnen keine andere Rolle übertragen ist, als das einmal in einer Pflanze vorhandene Stickstoffcapital zu conserviren, um bei erneuter reichlicher Assimilation die wichtigen Eiweissstoffe wieder reconstruiren zu können. — Aber damit ist auch beinahe unsere ganze dermalige Wissenschaft über die Bedeutung der einzelnen kohlenstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile angedeutet. Von den Functionen oder auch nur der Entstehungsweise aller übrigen so zahlreichen organischen Inhaltsstoffe der vegetabilischen Zelle haben wir kaum irgend eine berechtigte Vorstellung.

Auch für die so weit verbreitete Stoffgruppe der Pflanzensäuren gilt im Grunde das zuletzt Gesagte. Zwar fehlt es hier nicht an Vorstellungen, denen man sich hingegeben, und die selbst mit einer gewissen Prätension ins Leben getreten sind. Aber mit der Berechtigung derselben steht es übel. Man hat bekanntlich dafür plaidirt, dass die sauerstoffreichen Pflanzensäuren Uebergangsstufen seien zwischen der Kohlensäure und dem Wasser einerseits und den Kohlehydraten andererseits, wenn die ersteren bei dem Assimilationsprocesse in der grünen Zelle in die letzteren verwandelt werden. Allein ich hatte schon früher Gelegenheit darauf hinzudeuten, dass im Grunde Nichts zu einer derartigen Anschauung hindrängte; denn ob die Reduction stufenweise voranschreitet, oder ob entsprechend Weniger auf einmal völlig zu Zucker oder Stärke reducirt wird,

das bleibt sich natürlich für die chemische Arbeitsleistung ganz gleich, und wenn man gar die Polymerie zwischen Formaldehyd und Zucker zu einer solchen Argumentation benutzt, so müsste doch eher Ameisensäure ein regelmässiger Bestandtheil der grünen Pflanzentheile sein, nicht aber Oxalsäure, Aepfelsäure, Weinsäure u. a. m., welche man thatsächlich antrifft[1].

Es war denn auch im Grunde nichts Anderes als das augenscheinliche Verschwinden von Säuren in den reifenden Früchten und die gleichzeitige Vermehrung des Zuckers daselbst, welche zu einer derartigen Anschauung verführten. Aber in welch' oberflächlicher Weise wurde dieser Beleg gehandhabt? Thatsächlich treten für einen Theil verschwindender Säure in den Trauben z. B. oft 10 und mehr Theile von Zucker auf — ganz abgesehen davon, dass beide Vorgänge sich zeitlich gar nicht genau decken —, und in Wirklichkeit könnte ja aus einem Theil Oxalsäure oder Weinsäure nur ein Bruchtheil von Zucker gebildet werden. Dann liess man ganz ausser Acht, dass die Früchte ja gar nicht vorzugsweise Reductionsapparate sind, wenn sie auch eine lange Zeit hindurch die grüne Farbe der Blätter an sich tragen. Der Athmungsprocess ist in ihnen beinahe immer vorherrschend, zumal in dem Stadium des raschen Heranreifens. Oder ist die der Sonne zugekehrte Seite des Apfels, auf welcher durch Einwirkung von Licht und Wärme das grüne Chlorophyll gründlich zerstört ist, und durch das herbstliche Roth ersetzt worden ist, die weniger süsse? Findet aber in den reifenden Früchten nicht vorzugsweise Assimilation, d. h. in diesem Falle schärfer: Reduction unter Sauerstoffausscheidung statt, so können ja Kohlehydrate aus den sauerstoffreicheren Pflanzensäuren nur durch Spaltung unter Kohlensäureausscheidung entstehen, d. h. der Procentsatz von möglicherweise resultirendem Zucker wird abermals vermindert. Neben diesen wichtigsten Einwürfen kann ich die vielen untergeordneten, welche sich noch ausserdem dem Kritiker aufdrängen, übergehen.

---

[1] Vergl. auch die kritischen Erörterungen v. C. Kraus: Neues Repert. f. Pharmacie B. 22 p. 273 u. botan. Jahresber. 1873 p. 328.

Auf welche Weise ist es nun möglich, der Frage nach der Bedeutung oder zunächst nach der Weise des Entstehens und Vergehens der organischen Säuren in den Pflanzen näher zu treten? — Lässt sich nicht wenigstens so viel entscheiden, ob sie einer Verbrennungserscheinung oder einer Reductionserscheinung ihr Dasein verdanken, und ob sie in Folge eines Vorgangs aus der ersteren oder aus der letzteren Kategorie wieder aus dem Pflanzengewebe verschwinden? Denn es ist wohl zu beachten, dass der Zusammenhang des Auftretens der Säuren mit den Assimilationsvorgängen durch die Kritik nicht geläugnet, dass nur die Belege für eine dahin gehende positive Auffassung in ihrer Nichtigkeit nachgewiesen worden sind. Wenn auch der Reifungsprocess in den Früchten, wie wir annehmen müssen, wesentlich durch die Einwanderung von anderwärts gebildeten Kohlehydraten vollzogen wird, so wäre ja daneben doch noch eine Bildung von Säuren durch Reduction, und deren Verschwinden durch weitere Reduction zu irgend welchen sauerstoffärmeren Stoffen denkbar — eine Möglichkeit, die von einer unbefangenen Forschung immer im Auge behalten werden muss.

Welche Mittel stehen uns wohl zu Gebote, um diese aufgeworfenen Fragen zur Entscheidung zu bringen? — Verhältnissmässig einfach liegt natürlich die Sache in nichtgrünen Gewächsen oder in Pflanzen, welche zur Zeit frei von Chlorophyll sind. Bei einem im Dunkeln erwachsenen Keimling, dessen Same nur Spuren von Säuren einschloss, beweist natürlich die einfache Anwesenheit von grösseren Mengen von Pflanzensäuren deren Entstehung durch Oxydationsvorgänge. Und wenn unter solchen Verhältnissen eine absolute Verminderung an Pflanzensäuren (nicht blos eine relative, welche sich durch Vertheilung erklären lässt) nachgewiesen werden kann, so ist wenigstens ein Verschwinden auch durch Oxydation sehr wahrscheinlich, da Spaltungsvorgänge der organischen Säuren, welche mit Bildung von Kohlehydraten oder anderen sauerstoffärmeren Stoffen endigten, uns weder für das Pflanzen- noch für das Thierreich bekannt geworden sind. Nur die Möglichkeit, gewisse niedrige Pilze auf Lösungen von sehr verschiedenen organischen Säuren, unter ausschliesslichem Zusatz von mineralischen Stoffen, zu

cultiviren, wie dies z. B. für Saccharomyces Mycoderma von mir nachgewiesen worden ist[1]), spricht bis jetzt für derartige Vorgänge bei manchen Gruppen der Lebewesen. Allein die Wiederholung dieser Versuche mit chemisch reinen Substanzen wird erst lehren, ob eine derartige Verwendbarkeit von Pflanzensäuren für Eiweiss- und Cellulosebildung über die relativ sauerstoffarmen Säuren, Milch-, Bernstein- und Aepfelsäure, hinausgeht, für welche allerdings das Versuchsresultat zu evident gewesen ist.

Complicirter ist die Sachlage für grüne Gewächse. Hier bestehen neben einander immer mehrere Möglichkeiten, die sich zu den mannigfaltigsten Variationen verschlingen. Es können möglicherweise die Säuren durch Oxydation entstehen und durch weitere Oxydation verschwinden; sie können durch Reduction entstehen und durch weitere Reduction verschwinden. Oder aber sie verdanken ihre Entstehung einem entgegengesetzten Vorgange als ihren Untergang, so dass wir dann schon vier verschiedene Combinationen vor uns haben. Berücksichtigen wir dann die weitere Möglichkeit, dass eine und dieselbe Substanz durch Oxydation oder durch Reduction gebildet werden kann, so wachsen die zu berücksichtigenden Fälle schon auf neun an.

Dieser Fülle von zu berücksichtigenden und durchzudenkenden Eventualitäten gegenüber erscheint es als höchst naiv, wenn man aus dem blossen zu gewissen Tageszeiten gesteigerten oder abgeschwächten Vorkommen von Säuren in gewissen Blättern, ja nach deren mehr saurem oder neutralem Geschmack bindende Schlüsse über die Entstehungsweise jener zu ziehen unternahm. Aber freilich selbst H. v. Mohl, in diesen Dingen vielleicht noch der klarste Denker seiner Zeit, argumentirt unbefangen aus der nächtlichen Vermehrung der Säuren und dem Verschwinden derselben bei Tageszeit auf die Excretnatur der fraglichen Stoffe und auf ihr Entstehen und Vergehen durch Oxydation[2]), ohne zu bedenken, dass Tags die Oxydationsvor-

---

1) Vergl. Landw. Versuchs-St. Bd. XIV p. 32. Anm. 3. Vergl. auch Zöller: Journ. f. Landw. 1873.

2) Vegetab. Zelle p. 248. Anm.

gänge so rasch verlaufen wie Nachts, ja wegen der höheren Temperatur erheblich rascher, und dass ein Verschwinden bei Tage ja doch wohl einen Reductionsprocess bedeutet, während dieser ja gerade geläugnet werden soll. Ist die Mohl'sche Theorie von der Bedeutung der Pflanzensäure die richtige, so dürfen der Verlauf der Tageszeiten oder (wegen der Vergleichbarkeit der Wärmeverhältnisse) besser künstliche Licht- und Dunkel-Perioden keinen erheblichen Einfluss auf die Anhäufung jener Stoffe ausüben.

Ich habe nun, dies Alles wohl erwägend, dennoch die grünen Pflanzen als Object meiner einschlagenden Untersuchungen gewählt, hauptsächlich desshalb weil Versuche mit Chlorophyllosen wohl darüber entscheiden können, ob durch Oxydationsvorgänge Pflanzensäuren entstehen und wieder zerstört werden, nicht aber darüber, ob dies ausserdem durch Sauerstoffabscheidung im Lichte möglich ist. Die grössere Complication bei den grünen Pflanzentheilen schien mir kein unübersteigbares Hinderniss zu sein, und wurde die Betheiligung der Reductionsprocesse verneint, so war darin schon implicite die Bejahung für die Oxydationsprocesse erlangt. Kurz ich habe die fragliche Betheiligung des Assimilationsprocesses an dem Vorkommen der Pflanzensäuren studirt, um hernach durch jene einfacheren Versuche eine Bestätigung für meine Folgerungen zu erlangen.

1. Die Oxalsäure.

Für die Frage nach dem Verschwinden der Säuren durch weitere Reduction unter Einwirkung des Sonnenlichts hatte ich ein Mittel in Händen, welches an Schärfe Nichts zu wünschen übrig lässt — meinen in Gemeinschaft mit v. Wolkoff construirten Athmungsapparat. Derselbe eignet sich freilich keineswegs zu Assimilationsversuchen unter gewöhnlichen Umständen; denn in demselben wird das Gesammtvolum der eine Pflanze umgebenden Atmosphäre gemessen. Erhebliche Volumdifferenzen, welche mit dem Processe proportional sich gestalten, gelingt es aber bei der Athmung nur dadurch zu erzielen, dass man die entstandene Kohlensäure absorbirt; — es ist Natron-

lauge im Apparate anwesend. Natürlich kann in einem solchen Apparate aber keine Assimilation beobachtet werden: denn, lasse ich das Alkali weg, so bleibt Volumgleichheit, mag nun Kohlenstoff in der Pflanze fixirt werden oder nicht, und wähle ich die gewöhnliche Beschickung, so fehlt ja eine Voraussetzung der Assimilation — die Kohlensäure in der umgebenden Luft.

Allein wenn, wie Liebig einst wollte, die Pflanzensäuren mit dem Assimilationsprocess in einer unmittelbaren Beziehung stehen, wenn sie die Zwischenstufen darstellen zwischen dem Rohmaterial, Kohlensäure und Wasser und den fertigen Bau- und Bildungsstoffen der Pflanze, den Kohlehydraten, dann muss in Blättern, welche bereits die betreffenden Säuren enthalten, eine Zeit lang auch ohne Kohlensäure Sauerstoffabscheidung möglich sein. Es müsste also unter dieser Voraussetzung gerade in unserem Athmungsapparate eine den verarbeitenden Säuren entsprechende Menge Sauerstoff das Volum der eingeschlossenen Luft vermehren, und eine Volumvermehrung von nur einem kleinen Bruchtheil eines Ccm. ist daselbst mit äusserster Schärfe abzulesen.

Freilich man wird sagen, dieser Versuch sei schon öfters ausgeführt, viele Experimentatoren und erst wieder ganz vor Kurzem Godlewski[1]) hätten bewiesen, dass ohne Kohlensäure keine Assimilation, keine Sauerstoffausscheidung. Mich haben trotzdem diese sonstigen Angaben durchaus nicht zufriedengestellt. Denn einmal arbeitete man gar nicht absichtlich mit Pflanzen, welche reich an Säuren waren, und dann hatte man eben nicht sein Augenmerk auf ganz minimale Mengen ausgeschiedenen Sauerstoffs gerichtet, sondern nur constatirt, dass dauernd ein Assimilationsprocess[2]), dessen Resultat an-

---

1) Flora 1873 p. 378. Die Versuchspflanze Godlewski's war Raphanus sativus, das von ihm beobachtete Symptom mikroskopisch nachweisbare Stärkebildung.

2) Nirgends ergiebt sich mehr das Unpassende der Namenswahl Assimilation für den Reductionsprocess in der chlorophyllhaltigen Zelle als gerade hier, und es bleibt zu bedauern, dass der Ausdruck bereits so in Fleisch und Blut übergegangen ist.

sehnliche Mengen eingelagerten Stärkemehls gewesen wären, nicht stattfand. Ein solches war ohnedies in keinem Falle zu erwarten.

Der Versuch, wie er von mir wiederholt durchgeführt wurde, ist in dem Gesagten vorgezeichnet. Es handelte sich darum, grüne starksaure Pflanzenstücke in den Athmungsapparat zu bringen, und im hellen Sonnenlicht die Volumveränderungen zu beobachten. Dabei war freilich auch die nebenherlaufende Athmung mit in Betracht zu ziehen. Die Grösse derselben konnte durch vorausgehende oder nachfolgende Dunkelperioden ermittelt werden. Zunächst ist man auch dazu bereit, ohne Weiteres zu schliessen, dass die Kubikcentimeter in der Zeiteinheit verathmeten Sauerstoffs ohne Weiteres dem in der Sonne ausgegebenen Sauerstoff zugezählt werden müssten, dass also auch bei Volumconstanz in der Sonne auf eine auf Kosten der Pflanzensäuren statthabende Sauerstoffabscheidung von genau derselben Grösse wie bei der Athmung geschlossen werden müsste. Allein man darf nicht vergessen, dass die durch Athmung erzeugte Kohlensäure eine Weile im Pflanzengewebe verweilen muss, und, sind daselbst die Bedingungen für die Assimilation vorhanden, sofort zu dieser verwendet werden wird, ohne Zeit zu finden, von dem Alkali absorbirt zu werden — ein Umstand, den bereits Garreau besprochen hat. Eine scheinbare Assimilation, welche die Athmung nicht übersteigt, und nicht in einer positiven Sauerstoffausscheidung zu Tage tritt, wird desshalb nicht auf Reduction von Pflanzensäuren gedeutet werden dürfen. Dazu wäre es ja ein merkwürdiger Zufall, sollte sich die Sauerstoffausscheidung aus Säuren in mehreren Versuchen immer innerhalb dieser engen Grenze halten, so dass ein regelmässiges Statthaben dieses Verhältnisses eben schliesslich mit grosser Sicherheit den negativen Schluss gestattet.

Vor allen Dingen wurde die weit verbreitetste Oxalsäure bearbeitet. Ein erster Versuch wurde mit 5 grünen Rebenranken im August 1874 ausgeführt an einem Tage, an welchem die Sonne unausgesetzt schien. Die Ranken waren sämmtlich doppeltgegabelt und frisch von den Reben geschnitten; sie

schmeckten stark sauer und mikroskopische Schnitte derselben enthielten viele Krystalle von oxalsaurem Kalk. Der Athmungs-, resp. Assimilationsversuch gab folgendes Resultat.

Zeit[1]	Volum	Volum-abnahme	pro Stunde	Tempe-ratur	Beleuchtung
11h 07m	61,21				
		0	0	20,7°	Sonne
[12 07]	61,22				
		0	0	22,0	Sonne
[1 42]	61,21				
		0,33	0,08	18,9	verdunkelt
[5 37]	60,88				
		0,79	0,05	19,4	Nacht und 6 St. Tageslicht.
[11 07]	60,09				

Beim Herausnehmen zeigten sich die Ranken, so weit sie in das Wasser des Vegetationsbechers eintauchten, angefault, daher wohl die Abnahme der Athmung in der letzten Periode. Das Resultat ist im Uebrigen klar genug. Die starke Beleuchtung vermochte nur die Athmung scheinbar zu verhindern, nicht aber sie in ihr Gegentheil zu verkehren. In den $2^1/_2$ Stunden der Beleuchtung hätte durch Athmung 0,17 Ccm. Sauerstoff verbraucht werden müssen, während keine Verminderung beobachtet wurde. Diese Zahl ist übrigens so klein, dass nicht mit Sicherheit geschlossen werden kann, die Athmung sei gänzlich verhindert worden. Aber mit Sicherheit ist zu schliessen, dass keine irgend erhebliche Menge von Sauerstoff von den grünen Ranken ausgeschieden wurde, während doch sonst in frischen grünen Organen der Assimilationsprocess den Athmungsprocess unter günstigen Umständen um das Vielfache an Intensität zu übertreffen pflegt. Voraussichtlich also konnten die in den Ranken angehäuften Pflanzensäuren nicht als Material für einen Reductionsprocess dienen.

Mit dieser Schlussfolgerung in Uebereinstimmung steht die Thatsache, dass die aus dem Apparate herausgenommenen Ranken noch sauer schmeckten und dass ihre Zellen nach wie vor mit Krystallen von oxalsaurem Kalke angefüllt waren.

---

[1] Die mit eckigen Klammern versehenen Zahlen bedeuten die Zeiten der zweiten Tageshälfte.

Der gleiche Versuch wurde dann mit Blättern des gemeinen Sauerklees in derselben Weise wiederholt — mit Blättern, um es mit Organen zu thun zu haben, die in ganz hervorragender Weise für den Assimilationsprocess ausgerüstet sind, — mit Sauerklee, weil diese Pflanze berühmt ist wegen ihres Gehalts an saurem oxalsauren Kali. Dazu hatte ich aus Analysen von Sauerklee einige Anhaltspunkte dafür gewonnen, wie viel Oxalsäure daselbst sich vorfindet. Darnach konnte ich in den 8 zur Verwendung kommenden Oxalisblättern etwa 8 Mgrm. Oxalsäure annehmen, woraus bei der Reduction zu Zucker etwa 4 Mgrm. Sauerstoff, d. i. 3 Ccm. abgeschieden werden würden. Fünf Procent von dieser Menge würden in meinem Athmungsapparat schon mit Sicherheit wahrgenommen werden können, wenn also nur ein so kleiner Bruchtheil der Oxalsäure während der Beleuchtungsperiode verarbeitet worden wäre, so würde die aufgeworfene Frage positiv entschieden worden sein.

Es wurde also ein Oxalis-Zweig mit 8 Blättern in den Apparat eingeführt. Bei diesem Versuche wurde die Temperatur, bei welcher die Ablesungen erfolgten, so gleichmässig erhalten, und der Barometerstand schwankte so unmerklich, dass sich eine Calculation auf absolute Volumina als unnöthig erwies. An der Steigröhre des Athmungsapparats wurden folgende Zahlen abgelesen:

Zeit	Quecksilberstand	Temperatur	Beleuchtung
11 h 30 m	30,0 Mm.	27,7°	fast unausgesetzter Sonnenschein.
[12 15]	29,4 »	27,8°	
[2 35]	30,4 »	27,4°	

Bei dieser Art der Versuchsmittheilung ist zu bemerken, dass ein Steigen der Zahlen des Quecksilberstandes eine Volumverminderung bedeutet, so dass also in den ersten $^3/_4$ Stunden eine freilich sehr unbedeutende Volumvermehrung, dann eine ebenso geringe Volumverminderung vorzuliegen scheint. Allein wenn man beachtet, dass die sehr geringen Temperaturschwankungen in derselben Richtung gehen, und dass ein ganzer Millimeter in der Steigröhre noch kein Zehntel Kubikcentimeter

Gas bedeutet, so überzeugt man sich bald, dass die Zahlen eine absolute Constanz des Volums bedeuten. Also auch hier hat der Sonnenschein das Zurgeltungkommen einer Athmung verhindert, aber nicht eine positive Sauerstoffausscheidung zu bewirken vermocht — das Erstere, weil die Bedingungen für Assimilation so günstig waren, dass ein jedes durch Athmung erzeugte Kohlensäuretheilchen sofort, ehe es das Gewebe verlassen konnte, wieder zur Reduction Verwendung fand, — das Letztere, weil, wie wir nun annehmen müssen, die Oxalsäure nicht mit Hülfe des Sonnenlichtes zu Zucker reducirt werden kann.

Die Prüfung der aus dem Apparat herausgenommenen Pflanze ergab am andern Tage noch reichliche Mengen von Oxalsäure.

Noch ein weiterer Versuch mit Oxalis wurde auf die gleiche Weise durchgeführt. 5 Blätter mit Stielen wurden in den Athmungsapparat gebracht. In diesen Blättern waren — die Stiele ungerechnet — mindestens 2 Mgrm. Oxalsäure vorhanden, wie ich aus einer grossen Anzahl von ausgeführten Analysen genau abzuschätzen im Stande bin. Hieraus mussten, konnte die organische Säure wirklich zu Kohlehydraten reducirt werden, etwa 1 Mgrm. = 0,7 Ccm. Sauerstoff abgeschieden werden, während nach meiner Methode schon ein Viertheil hiervon sicher nachgewiesen werden konnte. Alles Dies ist ungünstig gerechnet.

Die Resultate des Versuches sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Zeit	Quecksilberstand	Temperatur	Beleuchtung
10h 15m	44,9 Mm.	23,4 °C.	} Sonne
10 05	44,4 »	23,4	
11 50	44,5 »	23,4	} Sonne
[4 50]	45,0 »	23,5	} hell, z. Th. mässig bewölkt.

Man sieht, es treten während der ganzen Beleuchtungsperiode noch keine Schwankungen um einen einzigen Theilstrich ein, d. h. das Volumen ist constant, soweit es die

Schärfe unserer Beobachtungsmittel erkennen lässt. Assimilation und Athmung haben sich also das Gleichgewicht gehalten, und so lange dies der Fall ist, so lange nicht die erstere die letztere überschreitet, muss die Deutung herhalten, als ob jene lediglich auf Kosten der von dieser producirten Kohlensäure stattgefunden habe, indem dieses Gas bei der intensiven Lichtwirkung eher verarbeitet wurde, als es zu der mit eingeschlossenen Natronlauge diffundiren konnte.

Das Resultat aller dieser Versuche ist also das Nämliche, dass die Oxalsäure nicht als Ausgangspunkt eines in der chlorophyllhaltigen Zelle unter Einwirkung des Lichtes stattfindenden Reductionsprocesses dienen kann.

Die Eventualitäten für das Verschwinden der Oxalsäure in den Pflanzen sind durch dies Ergebniss schon wesentlich zusammengeschmolzen. Die Oxalsäure kann nur durch Oxydationserscheinungen verschwinden, wenn sie überhaupt verschwindet, worüber auch noch erst ein klares Urtheil zu erlangen ist. Freilich es scheint hier noch eine andere Möglichkeit zu erwägen zu sein, die der synthetischen Verarbeitung der Oxalsäure zu andern organischen Stoffen; allein diese müssen entweder ihrerseits verschwinden, wodurch der Fall unter den statuirten subsummirt wäre, oder es müssten diese Stoffe die bekannten Bildungsstoffe des Pflanzenleibes (Kohlehydrate, Fette, Eiweisskörper) sein, was nicht blos jeder Wahrscheinlichkeit entbehrt, sondern auch kaum ohne positive Säureausscheidung möglich wäre.

In vielen Fällen scheint allerdings die Oxalsäure sich einfach in dem Masse, als sie neu erzeugt wird, anzuhäufen, und schliesslich als Kalksalz aus dem Zellsaft auszuscheiden, ohne dass dem Entstehen ein Vergehen gegenübergesetzt zu werden braucht. In diesem Falle müsste eine dauernde Anhäufung in dem nicht mehr wachsenden Organismus constatirt werden.

Durch die quantitative Bestimmung der Oxalsäure in verschiedenen Oxalis-Arten habe ich nun Folgendes gefunden. In den Blättern der röthlich gefärbten Oxalis corniculata habe ich mit geringen Abweichungen im Durchschnitt etwa 13 %, in der

gewöhnlichen Oxalis acetosella 12 % Oxalsäure auf die trockene Pflanzensubstanz angetroffen. In jungen Blättern, obgleich sie erst ein Dritttheil wogen wie die älteren, habe ich nur $1\frac{1}{2}$ % Oxalsäure weniger gefunden als in diesen.

Die Bestimmung wurde so ausgeführt, dass die trockene Pflanzensubstanz mit ganz schwacher Salzsäure erschöpft, die Lösung mit Chlorcalcium versetzt und Ammoniak bis zur Neutralisation hinzugegeben und dann mit Essigsäure angesäuert wurde. Unterlässt man den letzteren Zusatz, so ist zwar der Niederschlag leichter zu filtriren und zu waschen; allein derselbe ist phosphorsäurehaltig und giebt über ein Procent zu hohe Resultate. Die Wägung geschah als Calciumoxyd.

Dies Ergebniss scheint nicht für eine Zerstörung der Oxalsäure zu sprechen, sondern dafür, dass dieselbe nahe in dem Masse, als neue Organe gebildet werden, zunimmt, um dann in einer für die Pflanze charakteristischen Menge zu verharren. Die gleichmässige Vertheilung über die ganze Pflanze ist das mindest auffallende hierbei, da wir hier die Säure als gelöstes Kalisalz vor uns haben, welches sich auf dem Wege der Diffusion durch den ganzen Pflanzenleib vertheilen kann. Krystalle, welche sich als oxalsaurer Kalk deuten lassen, habe ich in den von mir untersuchten Oxalis-Arten nur vereinzelt vorgefunden.

Dennoch glaube ich eine wenn auch langsame Zerstörung der Oxalsäure im Sauerklee annehmen zu müssen, da ich durch nachher mitzutheilende Versuche gefunden habe, dass auch bei künstlicher Verhinderung des Zuwachses an Pflanzensubstanz, wo dieselbe also in Folge der Athmungserscheinungen eine Verminderung erlitt, wiederum kein höherer als der gleiche procentische Gehalt an Säure zu constatiren ist. Der gleiche Gehalt scheint also vielmehr durch eine Art von Regulirung der Entstehungs- und Zerstörungsvorgänge stattzuhaben. — Ausserdem habe ich noch ein Mittel gefunden, den Oxalsäuregehalt künstlich herabzudrücken, eine Erscheinung, die, wie man nachher erkennen wird, ohne eine Annahme der Verathmung der Oxalsäure schwer zu erklären sein wird.

Die Zerstörung der Oxalsäure, wo sie überhaupt stattfindet,

wird also durch Oxydationsvorgänge zu erklären sein. Was wissen wir nun dem gegenüber von der Entstehung dieses Stoffes? — Hierfür ist einstweilen so viel sicher, dass er auch durch Oxydations- und Spaltungsvorgänge möglich ist; denn wir finden Bildung von Oxalsäure und Ablagerung von oxalsauren Salzen bei chlorophylllosen Pflanzen (hauptsächlich Pilzen) ebensowohl als bei den grünen, und in den ersteren hat doch keine Verarbeitung der Kohlensäure statt. Aber durch diesen Nachweis ist keineswegs ausgeschlossen, dass nicht doch nebenbei in den chlorophyllführenden Pflanzen auch Oxalsäure durch Reduction aus der Kohlensäure, durch Assimilation entstehen könnte. Es würde dies freilich wenig zweckdienlich für die Pflanze sein, da wir eine weitere Verarbeitung zu Kohlehydraten auf Grund von eingehenden Versuchen haben leugnen müssen. Allein die Zweckmässigkeitsgründe gelten in der heutigen Naturwissenschaft nicht mehr als triftige Beweise. Diese letzteren wurden vielmehr auf folgende Weise zu erlangen gesucht. Hatte der Assimilationsprocess einen wesentlichen Antheil an der Erzeugung von Oxalsäure, so musste nach Abschluss des Lichtes eine Verminderung dieses Stoffes zu beobachten sein. Dasselbe musste eintreten bei Abschluss der Kohlensäure im Lichte. Beide Versuchsanstellungen zusammen mussten über die schon debattirte Frage der Weiterverarbeitung der Oxalsäure im Lichte einen nochmals bestätigenden Aufschluss geben, insofern im ersteren Falle überhaupt keine Assimilation, im zweiten nur weitere Reduction aber keine Neuerwerbung von organischer Substanz möglich war.

Vorversuche mit Staniolumhüllungen an Rebenranken und -Beeren und solche mit Sauerklee im Dunkeln und bei Kohlensäureabschluss hatten ergeben, dass es sich keinenfalls um grobe Unterschiede, wie sie für die Blätter einiger fleischigen Pflanzen behauptet worden sind, handelte. Desshalb wurden die Versuche mit möglichster Exactheit durchgeführt. Es wurden Blumentöpfe mit Oxalis corniculata vergleichungsweise und unter Einhaltung gleichartiger Wärmeverhältnisse unter Glasglocken 1. im diffusen Licht, 2. unter undurchsichtigen Glocken und 3. in einem, concentrirte Natronlauge enthaltenden Glasgefässe

durch 8 Tage hindurch cultivirt, dann je 100 Blätter sammt Stielen auf Trockensubstanz, titrirbare freie Säure und Gesammtgehalt von Oxalsäure untersucht. Die Ergebnisse waren folgende:

	Trockengewicht von 100 Blättern	Procente der Trockensubstanz	
		freie Säure auf Oxalsäure berechnet	Oxalsäure ins Gesammt
Ursprünglich		4,6—5,4 %	
7 Tage diffuses Licht	374 Mgrm.	6,2 »	12,4 %
ebenso ohne Kohlensäure	384 »	4,7 »	13,8 »
7 Tage Finsterniss	310 »	4,2 »	12,9 »

Man sieht, dass die Titrirung der Säure nicht ganz proportionale Zahlen mit der Bestimmung der Säure ins Gesammt ergiebt. Jedenfalls ist jene weniger genau, und aus der letzteren folgt die Constanz des procentischen Säuregehalts nach den verschiedenen Methoden der Cultivirung. Hieraus muss offenbar geschlossen werden, dass die Verhinderung des Assimilationsprocesses durch eine volle Woche keinen Einfluss auf den Säuregehalt des Pflanzengewebes hat. Man beachte, was dies heisst, wenn nach den Angaben mehrerer Beobachter die Blätter einiger Pflanzen am Morgen und am Abend einen so verschiedenen Säuregehalt sich aneignen, dass die Unterschiede deutlich zu schmecken sind.

Absolut genommen, d. h. auf die gleiche Anzahl Blätter[1] berechnet, ist der Oxalsäuregehalt weit weniger constant und schwankt von 53 Mgrm. bis zu 40 Mgrm., und hieraus ist wohl zu folgern, dass Zerstörungsvorgänge den Oxalsäuregehalt bedrohen, sobald derselbe sich über ein gewisses Maximum anzusammeln beginnt.

Der gleiche Versuch wurde in genau derselben Weise noch einmal für Oxalis acetosella wiederholt, mit folgenden Resultaten:

[1] Diese repräsentiren ja aus naheliegenden Gründen nicht immer die gleiche Pflanzensubstanz.

	Trockengewicht von 100 Blättern	Procente der Trockensubstanz	
		freie Säure auf Oxalsäure berechnet	Oxalsäure ins Gesammt
Ursprünglich	1380 Mgrm.	6,7 %	11,6 %
8 Tage diffuses Licht	992 »	8,4 »	11,6 »
ebenso ohne Kohlensäure	905 »	9,1 »	12,2 »
8 Tage Finsterniss	935 »	8,9 »	12,3 »

Also das nämliche Resultat. Die Trockensubstanzverminderung in allen drei Fällen ist natürlich, weil die Beleuchtungsbedingungen auch im diffusen Lichte ungünstigere waren als ursprünglich, dazu in der dampfgesättigten Atmosphäre der abgeschlossenen Räume wohl eine grössere Neigung da war, Neusprossungen zu treiben, so dass die Durchschnittsgrösse der Blätter eine geringere wurde. Diese Verminderung ist aber besonders gross, wenn man alle Neubildung von organischer Substanz verhindert. Uebrigens sind auch Zufälligkeiten dabei im Spiele, wie sich in der vorigen Versuchsreihe besonders zeigte. — Die titrirbare Säure schwankt in sämmtlichen mir zu Gebote stehenden Versuchen um $^1/_3$ bis $^2/_3$ der Gesammtsäure herum, also gleichviel auf- und abwärts um $^1/_2$, die normale Grösse für die Annahme des Vorhandenseins aller Säure als saures Kalioxalat. Die Schwankung ist indessen zu gross, um der Fehlerhaftigkeit des Titrirverfahrens schuld gegeben zu werden. Offenbar ist die saure Reaction grösseren Schwankungen unterworfen als der Gehalt an Oxalsäure überhaupt. Warum, interessirt uns hier weniger, weil die Schwankungen keinen bestimmten Sinn ergeben und auch gar nicht mit der aufgeworfenen Frage nach der Function der Oxalsäure in Zusammenhang stehen. Wahrscheinlich kommt die Oxalsäure auch im Sauerklee wie in vielen anderen Pflanzen gelegentlich im freien Zustande vor, wenn die Kaliaufnahme aus dem Boden mit der Säuremenge der Pflanze nicht gleichen Schritt halten kann. Ausserdem muss auch das Vorkommen von neutralen Salzen gelegentlich angenommen werden. Freilich können ja auch

andere Stoffe sauren und basischen Charakters die allerverschiedenartigsten Einflüsse auf den Titre ausüben.

Also die Oxalsäure wenigstens — auf andere Säuren einen analogen Schluss zu machen, würde voreilig sein — steht, so weit wir sehen können, in keinerlei Beziehung zu dem Assimilationsprocesse. Sie ist ein Product von Oxydations- und Spaltungs-Erscheinungen und, soweit sie wieder zerstört wird, eine Beute ebenfalls dahin gehöriger Processe. Ob sie ein intermediäres Stoffwechselproduct der Kohlehydrate [1] oder der Proteinstoffe ist, muss einstweilen dahingestellt bleiben. Chemische Beziehungen sind zu beiden vorhanden. Im thierischen Organismus tritt die letztere Beziehung jedenfalls in den Vordergrund.

Entstehen und Vergehen des fraglichen Stoffes müssen in Zusammenhang gedacht werden mit den Vorgängen, die wir als Athmungserscheinungen zusammenzufassen pflegen. Dieser Beziehung zu Liebe habe ich noch einige Versuche mit dem Sauerklee ausgeführt, welche die Abhängigkeit des Säuregehalts von der Intensität der Athmungsvorgänge demonstriren sollten. Wir können diese letzteren ansehnlich steigern durch willkürliche Erhöhung der Temperatur. Durch dieses Mittel konnte also möglicherweise die Zerstörung der Säure mehr befördert werden, als die Neubildung derselben und umgekehrt. Sicher zu rechnen war freilich darauf nicht, weil ja die Steigerung auch zufällig eine gleichzeitige sein konnte.

Durch eine Cultivirung von Oxalis acetosella bei durchschnittlich 30 °C. sind gegenüber von den Vergleichspflanzen, welche durchschnittlich bei 20° wuchsen, folgende Resultate erlangt worden:

	Trockensubstanz von 100 Blättern	Procente der Trockensubstanz titrirbare Säure	Procente der Trockensubstanz Oxalsäure ins Gesammt
Durchschnitt			
bei 20°	1053 Mgrm.	8,8 %	11,9 %
bei 30° drei Tage lang	565 »	7,2 »	10,8 »

[1] Vergl. auch C. Kraus: Neues Repert. f. Pharm. B. 22 p. 273, nach

Trotzdem, dass die Trockensubstanz bei dieser Weise zu cultiviren — die Versuche fanden bei mangelhaftem Lichtzutritt statt — für 100 Durchschnittsblätter rasch abnahm, ist doch die Säure auch so rasch vermindert worden, dass eine deutliche Neigung zu deren procentischen Verminderung schon vorhanden ist.

Um das Resultat noch klarer zu haben, wurde der gleiche Versuch bei Oxalis corniculata durch sieben Tage fortgesetzt. Dieser Versuch wurde im hellen Lichte durchgeführt: daher keine Trockensubstanzverminderung.

	Trockensubstanz von 100 Blättern	titrirbare Säure	Oxalsäure ins Gesammt
Durchschnitt bei 20°	423 Mgrm.	5,1 %	13,0 %
kräftige Blätter 7 Tage bei 30°	653 »	5,1 »	8,1 »
alle entgrünten Blätter bei 30°	490 »	5,2 »	9,4 »

Hier hat also die Säureabnahme sehr merkbare Werthe erreicht. Kurz, man darf wohl schliessen, dass durch hohe Temperaturen diejenigen Athmungsvorgänge besonders beschleunigt worden sind, welche mit einer Zerstörung der Oxalsäure in Verbindung stehen. Hierdurch werden wir natürlich in der schon vorher gemachten Annahme bestärkt, dass solche Zerstörungsvorgänge überhaupt neben den Entstehungsprocessen anzunehmen seien.

Bemerkenswerth ist noch der gleichmässige Gehalt an Säure in den älteren Blättern, in welchen alles Chlorophyll unter dem Einflusse der hohen Temperatur vorzeitig zerstört war und einer herbstlichen Rothfärbung Platz gemacht hatte, wie in den etwas weniger alten noch grünen. Es spricht dies wieder für eine grosse Diffusionsfähigkeit des gelösten Oxalates.

---

welchem der Zerfall der Kohlehydrate in sauerstoffreiche Pflanzensäuren und Oxyphensäure zu erwägen wäre.

Das erlangte Resultat spricht selbstredend der Oxalsäure nicht jede Function im Pflanzenleibe ab. Im Gegentheil ist daran zu erinnern, dass Holzner auf die Möglichkeit hinwies, dass schwefelsaurer und phosphorsaurer Kalk durch sie zersetzt werden; Emmerling hat auf die Zersetzungsfähigkeit des salpetersauren Kalkes nach der gleichen Weise aufmerksam gemacht. Die betreffenden Säuren, sämmtlich Ausgangspunkte für die Bildung der physiologisch wichtigen Eiweisskörper, würden dadurch in Freiheit gesetzt und zur chemischen Action tauglich werden.

2. Die Säuren der Crassulaceen.

Bis dahin haben sich unsere Versuche ausschliesslich mit der weitverbreitetsten Pflanzensäure, mit der Oxalsäure beschäftigt, und für diese sind wir zu einem befriedigenden Resultate gelangt. Nur gelegentlich wurden Rebenranken und -Beeren, in welchen auch andere Pflanzensäuren auftreten, zu sehr unvollkommenen Vorversuchen benutzt. Es fragt sich nun, ob und in wie weit die für Oxalsäure erlangten Resultate auch auf die andern Säuren übertragbar sind. So geneigt man hiezu sein mag, so muss ich doch gestehen, dass ich eine solche Verallgemeinerung für gänzlich unzulässig erachte. Wie verschieden kann nicht die Constitution einer organischen Säure sein? Einige, wie die Glycolsäure, Weinsäure, Aepfelsäure, Citronensäure, spielen zugleich die Rolle eines Alkohols und nähern sich hierin dem Zucker, auf dessen endliche Bildung die Assimilationsvorgänge lossteuern; die Oxalsäure ist Nichts als eine Säure, sie ist für die zweiatomige Gruppe des Kohlenstoffs die Säure katexochen. Also auch hier schien ein Fortschreiten auf dem mühsamen aber sicheren Wege des Experimentirens nothwendig zu sein.

In der Literatur finden sich nur ganz vereinzelte und dazu sehr vage Notizen über Pflanzensäuren vor, welche auf ein von dem der Oxalsäure abweichendes Verhalten schliessen lassen. Diese Notizen haben mir, zunächst ohne Hoffnung auf viel Erfolg, als Ausgangspunkte meiner weiteren Untersuchungen gedient. In einem ganz verschollenen Buche über physiologische

Wirkungen des Lichts[1], einem Werke, welches die wichtigsten Thatsachen und die albernsten Märchen mit gleicher compilatorischer Treue wiedergiebt, findet sich eine Notiz, dass B. Heyne an den Blättern einer tropischen Crassulacee, dem Bryophyllum calycinum, Morgens einen sauren, Mittags einen faden, Abends einen scharfen Geschmack gefunden habe. Link hat alsdann diese Angabe geprüft und dieselbe mit Ausnahme des Hervortretens eines scharfen Geschmacks bestätigt gefunden. Dieser hat gleichzeitig die Beziehung der Erscheinung zur Beleuchtung exacter festgestellt, indem er die Pflanze bis Mittag verdunkelte, wonach er auch noch um diese Tageszeit den sauren Geschmack vorfand. Zugleich hat dieser Botaniker noch für einige verwandte Pflanzen die gleiche Beobachtung gemacht.

Diese Angaben sind sodann, meistens ohne Quellenangabe, in verschiedene pflanzenphysiologische Schriften übergegangen, unter Anderem in die »vegetabilische Zelle« H. v. Mohl's[2], und sie sind — wie es scheint ohne weitere Versuchsanstellungen — auf die Crassulaceen in noch grösserer Allgemeinheit ausgedehnt worden.

Unter diesen Umständen und nach meinen Erfahrungen an Oxalis, wo trotz vermeintlicher Geschmacksunterschiede nach viel schärferen Methoden in Folge von Lichtwirkung und Dunkelheit keine Säuredifferenzen nachgewiesen werden konnten, bin ich diesen Thatsachen mit grossem Misstrauen entgegengetreten. Schleppen sich doch so viele Notizen in der Literatur fort, die, in einer unkritischen Zeit von Unberufenen gesammelt, die Druckerschwärze nicht werth sind, welche man an sie verschwendet.

Allein mit leichter Mühe konnte ich wenigstens die Geschmacksdifferenzen genau in der von Link angegebenen Weise bei Bryophyllum bestätigen. Auch täuscht der Geschmack nicht; denn man kann die freie Säure titriren und nach einer Periode der Beleuchtung alle titrirbare Säure verschwinden sehen. Nur auf eine Quelle des Irrthums ist dabei Rücksicht

---

[1] Landgrebe: Ueber das Licht etc. 1834 p. 350.

[2] A. a. O.

zu nehmen, nämlich darauf, dass die jüngsten Blätter weniger sauer sind und auch nach einer Periode der Dunkelheit sich häufig keine freie Säure erwerben. Im Uebrigen ist die fragliche Thatsache so evident, dass in zwei Blättern von gleichem Alter und ähnlicher Grösse, von denen das eine nach ein paar Stunden Dunkelheit, das andere nach einer kurzen Periode Sonnenscheins titrirt wird, die Unterschiede im Säuregehalt sich immer in der gleichen Weise feststellen lassen.

Um einige bestimmtere Angaben zu machen, will ich erwähnen, dass ich in dem Extracte eines Blattes nach einer 15stündigen Dunkelperiode einmal soviel Säure fand, als 0,4 Ccm. $^{1}/_{10}$ Normalalkali entsprach, ein andermal als 0,6 Ccm. entsprach und ähnliche Zahlen. Auch nach längeren Dunkelperioden häufte sich die Säure nicht erheblich weiter an, wie auch in kürzeren Zeiten schon derselbe Betrag erreicht wurde. Aehnliche Blätter nach Lichtperioden reagirten neutral oder schwach alkalisch, doch genügten immer 2 bis 3 Tropfen der $^{1}/_{10}$ Normalsäure, um eine schwache Ansäuerung zu bewirken. Auch längere Lichtperioden vergrösserten die Alkalescenz des Blätterextractes nicht merklich.

Diese Thatsachen lassen nun nicht blos die eine nächstliegende Deutung einer Säurebildung durch Oxydation, einer Verarbeitung dieser Säure durch Reduction unter Sauerstoffabscheidung im Sonnenlichte zu, sondern es könnte ja auch, von andern Complicationen abgesehen, eine alkalisch reagirende Substanz im Sonnenlichte entstehen, welche in der Dunkelheit verschwände. Wir haben die Naivetät früherer Zeiten in der Auslegung solcher Beobachtungen allmälig eingebüsst. In der That ist in den Blättern des Bryophyllum calycinum, nicht blos in den neutralen auch in den sauern, ein flüchtiges Alkali vorhanden, welches mit Platinchlorid eine wie Ammoniumplatinchlorid krystallisirende Verbindung giebt, aber nicht Ammoniak selber ist, sondern vermuthlich ein Amin[1]. Also auf diese verschiedenen Möglichkeiten musste Bedacht genommen werden.

---

1) Es existiren Angaben über das regelmässige Auftreten von Methylamin in den Crassulaceen. Vergl. Husemann: Die Pflanzenstoffe.

Zuerst habe ich dann weiter untersucht, ob das Sonnenlicht durch die höhere Wärme wirke. Aber auch Pflanzen, längere Zeit bei hoher Temperatur (30 °C.) im Dunkeln gehalten, zeigten im Groben die gleiche Säureproduction in ihren Blättern. Mit einer entschiedenen Lichtwirkung hatten wir es also wohl zu thun.

Sodann wurde versucht, ob der Abschluss der Kohlensäure im Lichte einen Effect auf den Titre ausübe. Verschwand die Säure im Lichte durch Reduction, so war hiezu die Anwesenheit von Kohlensäure nicht erforderlich. Entstand dort eine Basis durch Neuassimilation, so war hiezu vermuthlich eine frische Lieferung von Kohlenstoff in dieser Form unentbehrlich. Das Erstere trat ein; auch in kohlensäurefreier Luft wurde ein Bryophyllum-Blatt im Lichte entsäuert. Die Wagschale neigte sich also schon jetzt zu Gunsten der ersteren Annahme. — Freilich blieb dabei noch unverständlich, warum die Anreicherung an Säure im Dunkeln eine so nahe Grenze hatte; aber auch die Alkalinität im Licht hat ihre Grenze. Manche Processe schreiten eben nur fort bis zu einem gewissen oft naheliegenden Sättigungspunkt und werden alsdann durch irgend einen regulirenden Vorgang in Schranken gehalten. Diese Besonderheiten entscheiden also Nichts für und Nichts gegen die eine oder die andere Annahme.

Genug von diesen Präliminarien; — ich habe durch einen entscheidenden Versuch die ganze Frage zu Ende geführt, durch einen Versuch, der so deutlich spricht, dass mit keinen Gründen gegen denselben aufzukommen ist.

Die Sauerstoffausscheidung aus Bryophyllum-Blättern in meinem sensibeln Athmungsapparat, in welchem der Kohlensäureausschluss als methodologisches Erforderniss selbstverständlich ist, wurde mit aller nur wünschbaren Evidenz erwiesen.

Ein Bryophyllum-Zweig mit einem grossen und zwei kleineren Blättern von 2,8 Ccm. Volum wurde in den Athmungsapparat eingeführt, nachdem er nach einer kurzen Morgenbeleuchtung drei Stunden im Finstern gehalten war. Sein Säuregehalt war nach einer Calculation aus einer vergleichenden Titrirung ungefähr 0,7 Ccm. $^{1}/_{10}$ Normalnatron ent-

sprechend. Das Uebrige ergiebt sich aus der leicht verständlichen tabellarischen Zusammenstellung:

Zeit	Volum Ccm.	Volumänderung absolut Ccm.	Volumänderung stündlich Ccm.	Temperatur °C.	Beleuchtung
10 20	39,47				
		— 0,36	— 0,24	29,8	Dunkel
12 —	39,11				
		+ 1,17	+ 0,59	31,0	Sonne oder weisser Himmel
[2 —]	40,28				
		— 0,04	— 0,12	30,7	Sonne
[2 20]	40,24				
		— 0,53	— 0,26	30,3	Dunkel
[4 20]	39,71				

Das Resultat dieses Versuchs besagt Nichts mehr und Nichts weniger, als dass Sauerstoffausscheidung aus grünen Pflanzentheilen bei Abwesenheit von Kohlensäure in unzweideutiger Weise beobachtet worden ist. Seit Senebier[1]) am Ende des vorigen Jahrhunderts den experimentellen Nachweis geführt hat, dass die Kohlensäure eine unerlässliche Bedingung für das Stattfinden der Sauerstoffausscheidung aus grünen Pflanzentheilen sei, hat Niemand an diesem Hauptsatze der modernen Pflanzenphysiologie zu rütteln gewagt. Trotzdem ist er, in jener Allgemeinheit ausgesprochen, unrichtig. Von dieser allgemeinen Bedeutung des unerwarteten Fundes werden wir nachher noch zu reden haben, wenn wir für seine richtige Deutung noch einige Bestätigungen werden beigebracht haben. Hier ist zunächst zu erörtern, was das Versuchsresultat in Bezug auf unsere Fragestellung bedeutet.

Wir haben es mit einem grünen Pflanzentheil zu thun, welcher in der Dunkelheit normal athmet. Ein Viertel Ccm. Sauerstoff pro Stunde ist diese Athmungsgrösse für eine Temperatur von 30 °C. vor der Insolation wie nachher. Dies beweist uns die normale Beschaffenheit des Pflanzentheils, und

---

[1]) Expériences sur l'action de la lumière solaire. 1788 p. 416.

dass keine fauligen Gasexhalationen an dem Volumzuwachs bei Beleuchtung Antheil nehmen konnten. Und nun in der Sonne: eine die Grösse eines Ccm. überschreitende Volumvermehrung — eine Erscheinung, die noch niemals von mir bei den Dutzenden von Athmungsversuchen auch nur bis zu einem Zwanzigsttheil eines Ccm. beobachtet worden ist. Die Sauerstoffausscheidung — denn so ist die Beobachtung allein zu deuten — ist in den ersten beiden Stunden mehr als doppelt so gross als die Athmung, ganz wie dies den Eigenthümlichkeiten des Reductionsprocesses entspricht; und dieselbe würde dauernd grösser geblieben sein, wenn nicht das Material für den Vorgang, die freie Pflanzensäure allmälig ausgegangen wäre. Um diesen theoretisch vorauszusehenden baldigen Abfall der Sauerstoffausscheidung zu constatiren, wurde am Ende der Beleuchtungsperiode noch eine Ablesung eingeschaltet, welche eine Abnahme von 0,12 Ccm. auf die Stunde ergab. Der Process war also an seinem Ende und hatte jedenfalls schon lange vorher einen Abfall erlitten, so dass er Anfangs jedenfalls das Vielfache der Athmungsgrösse betragen hat. Im Ganzen ist 1,1 Ccm. Sauerstoff abgeschieden worden; unter der Annahme, dass die in dem Zweige enthaltene titrirbare Säure Weinsäure gewesen sei, hätte diese bis zur Reduction auf Zucker 1,2 Ccm. Sauerstoff ausgeben müssen; unter der Voraussetzung, dass es Citronensäure oder Aepfelsäure sei, noch etwas weniger. Es ist bemerkenswerth, dass diese vorläufige Schätzung mit der gemachten Folgerung so gut in Einklang zu bringen ist.

Beim Herausnehmen aus dem Apparat reagirten die Blätter neutral. Die zwei Stunden Dunkelheit hatten die freie Säure noch nicht wieder zu restituiren vermocht.

Dieser entscheidende Versuch wurde selbstverständlich zunächst mit derselben Pflanze, sodann mit einer verwandten wiederholt.

Ein Zweigende von Bryophyllum calycinum, von einer Pflanze entnommen, welche 16 Stunden in der Dunkelheit verbracht hatte, wurde in den Athmungsapparat eingeführt und unter wechselnden Beleuchtungsbedingungen auf Sauerstoffausscheidung, resp. -Aufnahme untersucht. Die Zweigspitze trug

vier Blätter und besass ein Gesammtvolum von 1,6 Ccm. Dieselbe besass einen Tag nach dem Versuche nach einer eben so lange dauernden Verdunkelung einen Gehalt an freier Säure entsprechend 0,5 Ccm. $^1/_{10}$ Normalnatronlauge.

Die Volumverhältnisse im Athmungsapparate stellten sich folgendermassen:

Zeit	Volum Ccm.	Volumveränderung absolut Ccm.	Volumveränderung stündlich Ccm.	Temperatur °C.	Beleuchtung
9 —	41,12				
		— 0,12	— 0,12	28	dunkel
10 —	41,00				
		+ 0,57	+ 0,57	30	Sonne und bewölkt
11 —	41,57				
		+ 0,24	+ 0,72	30	klare Sonne
11 20	41,81				
		+ 0,23	+ 0,92	30	ebenso
11 35	42,04				
		+ 0,18	+ 0,72	30	ebenso
11 50	42,22				
		+ 0,10	+ 0,40	30	ebenso
[12 5]	42,32				
		+ 0,05	+ 0.20	30	ebenso
[12 20]	42,37				
		— 0,24	— 0,16	27	dunkel
[1 50]	42,13				
		+ 0,06	+ 0,24	30	Sonne, etwas bewölkt
[2 05]	42.19				
		0,00	0,00	29	ebenso, stärker bewölkt.
[2 20]	42,19				

Die nachfolgenden Ablesungen für eine neue Periode der Verdunkelung zeigten dann wieder Volumverminderung. Die vorstehenden viel mehr in die Einzelheiten des Vorgangs verfolgten Zahlen zeigen auf's Deutlichste, dass die in der Dunkelheit beobachtete Volumabnahme bei der Insolation sich in ihr Gegentheil verkehrt. Es erfolgt eine Anfangs stärkere dann schwächere Volumzunahme, die unter den obwaltenden Umständen nicht anders zu deuten ist, als auf Sauerstoffausscheidung. Die maximale Ausscheidungsgrösse wird nicht gleich zu Anfang erlangt, hauptsächlich desshalb, weil zwischen zehn und elf Uhr die halbe Zeit über die Sonne von Wolken umhüllt war, und vom hellen Himmelsgewölbe kaum mehr als ein

Dritttheil den Apparat bestrahlte. Diese maximale Ausscheidungsgrösse beträgt im vorliegenden Fall das Sechsfache von der mittleren Athmungsgrösse, also in Wahrheit das Siebenfache, da die Athmung ihre entsprechende Sauerstoffausscheidung verdeckt. Nach weniger als zwei Stunden erfolgt eine plötzliche Abnahme der Sauerstoffausscheidung, ohne dass sich eine der äussern Bedingungen merklich geändert hätte, und bald darauf droht sie zu erlöschen. Die für den Reductionsprocess zur Verfügung stehende Pflanzensäure war vermuthlich aufgebraucht. Die Einschaltung einer $1\frac{1}{2}$stündigen Dunkelperiode verbessert wenig hieran, da in so kurzer Zeit erfahrungsgemäss nur wenig Pflanzensäure regenerirt wird, und dann brauchen nur etwas ungünstigere Beleuchtungsverhältnisse einzutreten, um die positive Sauerstoffausscheidung gänzlich zu sistiren.

Im Ganzen sind 1,4 Ccm. Sauerstoff aus dem Zweige ausgeschieden worden, also noch etwas mehr als bei dem ersten Versuche, zu welchem ausserdem ein grösserer Zweig gedient hatte.

Ein dritter Versuch wurde mit einer andern Fettpflanze mit der vielfach als Zierpflanze cultivirten Crassula arborescens durchgeführt. An dieser Pflanze konnten in Vorversuchen ungefähr dieselben Beziehungen des Säuregehalts zu Dunkelperioden festgestellt werden. Zwei Blätter dieser Pflanze wurden nach eintägigem Aufenthalt im Dunkeln titrirt. 0,6 Ccm. $\frac{1}{10}$ Normalalkali waren nothwendig zur Neutralisation. Zwei gleich grosse und analog situirte Blätter wurden nach 5stündiger Insolation eher schwach alkalisch gefunden. Doch konnten bei dieser selben Pflanze einige verwirrende Complicationen beobachtet werden, z. B. ein Neutralwerden bei längerem Aufenthalt in der Dunkelheit, wobei gleichzeitig die Blätter merklich erschlafften. Sodann waren bei einer Pflanze die Blätter nach einer länger dauernden Insolation in einer kohlensäurefreien Atmosphäre noch sauer.

Trotzdem lehren die Resultate des folgenden Versuchs, dass in der Hauptsache diese Pflanze sich ebenso verhält, wie Bryophyllum, d. h. sie scheidet bei Abwesenheit von Kohlensäure

im Sonnenlichte Sauerstoffgas aus, und verliert dabei an freier Säure.

Ein Zweig von Crassula arborescens mit zehn Blättern, im Ganzen von 2,8 Ccm. Volum, welcher, aus dem Titer eines ganz ähnlichen Zweiges zu beurtheilen, nur sehr schwach sauer (nahezu neutral) war, wurde in den Athmungsapparat gebracht und zeigte folgende Volumveränderungen der ihn umgebenden Atmosphäre:

Zeit	Volumen Ccm.	Volumveränderung absolut Ccm.	Volumveränderung stündlich Ccm.	Temperatur °C.	Beleuchtung
9 20	58,44				
		— 0,14	— 0,14	26	dunkel
10 20	58,30				
		+ 0,38	+ 0,65	28	Sonne, etwas bewölkt
10 55	58,68				
		+ 0,19	+ 0,57	28	Sonne
11 15	58,87				
		+ 0,08	+ 0,32	28	ebenso
11 30	58,95				
		+ 0,06	+ 0,24	28	ebenso
11 45	59,01				
		— 0,56	— 0,26	26	dunkel
[1 55]	58,45				
		+ 0,14	+ 0,28	28	Sonne, etwas bewölkt.
[2 25]	58,59				

Die Resultate sind hier weniger eclatant, da von der erheblich grösseren Pflanze im Ganzen nur 0,85 Ccm. Sauerstoff ausgeschieden wurde. Allein Dies kann nicht Wunder nehmen, da die Pflanze zu Anfang des Versuchs kaum freie Säure enthielt. Sie hat vermuthlich auf Kosten von schon gebundener Säure gezehrt, da nach dem Versuch eine entschiedene wenn auch keine grosse Alkalinität des Pflanzensaftes constatirt werden konnte. Dass aber die gebundene Säure mit immer wachsender Schwierigkeit verarbeitet wird, das lehrt wieder der Verlauf des vorliegenden Versuchs, da die Sauerstoffausscheidungen, welche hier im Maximum nur das Dreifache der Athmungsgrösse erreichen, bei gleichbleibenden äussern Bedingungen immer kleiner und kleiner werden. Eine kurze Dunkelperiode von zwei Stunden vermag auch hier den alten Zustand nicht

sofort zu regeneriren, offenbar weil in dieser kurzen Zeit keine erheblichen Mengen von Pflanzensäuren durch Verbrennung beschafft werden können. In der That müsste ja auch, selbst wenn die Athmung in nichts Anderem bestände als in Oxydation von Kohlehydraten zu Pflanzensäuren, ebensoviel Sauerstoff verathmet werden, als vorher ausgeschieden worden war, um den alten Bestand an Säure wieder zu erlangen, wozu viele Stunden erforderlich wären. Dies ist allerdings, wie wir nicht zweifeln dürfen, eine sehr incorrecte Vorstellung von der Bildungsweise der Säuren; aber wir bekommen dadurch einen ungefähren Masstab in die Hand für die verhältnissmässig langsame Erzeugung der fraglichen Säuren.

Nachdem so bei verschiedenen Pflanzen die Fähigkeit festgestellt war, im Sonnenlichte und bei Abwesenheit von Kohlensäure Gas auszuscheiden, wurde der exacte Beweis dafür angetreten, dass dieses Gas auch wirklich Sauerstoff sei. Ich war zwar in dieser Beziehung von vornherein meiner Sache gewiss; denn welches Gas in aller Welt ausser Sauerstoff sollte bei der Insolation ausgegeben worden sein. Man hat wohl die Pflanzen in der Fäulniss andere Gase aushauchen sehen, und es war wohl an Stickstoff und an Kohlenwasserstoffe zu denken; allein was wäre das für eine Fäulniss, die nur im Lichte vor sich geht, und bei welcher die Pflanze frisch und gesund bleibt. Immerhin war eine Bestätigung erwünscht.

Alle grünen Blätter, mit welchen man bis dahin Assimilationsversuche unternommen hatte, zeigten in ausgekochtem (kohlensäurefreiem) Wasser bei der Insolation keine Blasenausscheidung. Die eben besprochenen Fettpflanzen mussten sich anders verhalten, da sie ja nach unsern bisherigen Folgerungen das Material für eine weitergehende Reduction schon in sich tragen. Dies war nun in der That der Fall. Wenn man die Blätter von Crassula arborescens oder von Bryophyllum calycinum namentlich nach vorausgehender Verdunklung mit andern Blättern von Balsaminen, Fuchsia, Lorbeer u. a. m. in ein und dasselbe ausgekochte Wasser legte, so trat während der Insolation bei den ersteren eine deutliche und stundenlang fortgehende Gasblasenentwicklung ein, bei den letzteren nicht die

Spur. Bei Bryophyllum traten die Gasblasen zuweilen so regelmässig aus dem Querschnitte des Blattstengels oder aus einer zufälligen Verletzung aus, wie dies bei Wasserpflanzen während der normalen Assimilation einzutreten pflegt, und ich konnte genau wie dort die Abhängigkeit dieses regelmässigen Blasenstroms von der Beleuchtung und selbst von der Art derselben nachweisen, so dass z. B. die Einschaltung einer blauen Glastafel die Abscheidung sistirte, während rothes oder gelbes Glas nur schwächend wirkten.

In diesen gleichartigen Bedingungen des fraglichen Processes mit denen der gewöhnlichen Kohlensäure-Assimilation dürfte ein weiterer Beleg für unsere Auffassung gefunden werden. Der strengere Beweis für ihre Richtigkeit liegt erst in Folgendem. Es wurde das von zuvor verdunkelten Bryophyllum-Blättern in ausgekochtem Wasser bei der Insolation ausgeschiedene Gas mit Phosphor über Quecksilber untersucht. Das von drei Blättern im Verlauf von acht Stunden ausgeschiedene Gas betrug etwa 3 Ccm., denen nur wenig den Blättern ursprünglich anhaftende Luft beigemengt sein konnte. Ein Phosphorstückchen in das Gas hineingebracht rauchte, es zeigte sich sehr bald Volumverminderung, bis nach einiger Zeit 80 bis 90 % des gesammten Volums absorbirt war. Der Rest war offenbar Stickstoff, aus der ursprünglich anhaftenden Luft, welche ungefähr die gleiche Menge betragen mochte, und aus im Blatte absorbirtem Stickstoff entstammend.

Insoweit können also die vorgeführten Versuche als abgeschlossen betrachtet werden, als an der Thatsache, dass grüne Pflanzentheile im Sonnenlichte auch aus anderem Material als aus Kohlensäure Sauerstoff abzuspalten vermögen, nicht mehr zu zweifeln ist[1]. Anders

[1]) Vielleicht scheint der mir thatsächlich von Seiten eines Thierphysiologen gemachte Einwurf noch zu berücksichtigen, dass der gefundene Sauerstoff einfach in dem Pflanzentheile vorher schon durch lockere chemische Bindung condensirt enthalten sei, analog dem Sauerstoff im Blute oder im Muskel, umsomehr als dessen Gesammtvotum höchstens dem Votum des Pflanzentheils gleich kommt, aus dem er sich im Sonnenlichte entbindet. Allein es ist zu beachten, dass bei meinen Versuchen im Athmungsapparate

steht es einstweilen noch mit der Frage: Welche Stoffe dienen als Ausgangspunkte dieses Reductionsprocesses, und welche sind das Ergebniss desselben? — Sind die ersteren wirklich Pflanzensäuren und welche? Und werden diese zu Kohlehydraten oder zu irgend welchen andern neutralen oder basischen Stoffen verarbeitet?

In Bezug auf die Ausgangspunkte des Reductionsvorgangs scheint bereits eine Antwort in den bisherigen Versuchsresultaten gegeben zu sein. Die titrirbaren Pflanzensäuren verschwinden gleichzeitig mit dem Auftreten des Sauerstoffs. Die Beobachtung der ersteren Seite der Erscheinung war ja sogar der Ausgangspunkt für unsere Untersuchung. Es würde spitzfindig sein, wenigstens bei Bryophyllum an der Verarbeitung dieser titrirbaren Pflanzensäuren zu zweifeln[1]. Denn wenn auch im Sonnenlichte bei Anwesenheit von Kohlensäure ein neutralisirender basischer Körper gebildet werden könnte, so wäre doch dessen Verschwinden im Dunkeln schon eine Häufung von Unwahrscheinlichkeiten, und aus was sollte dieser Stoff im kohlensäurefreien Raume erzeugt werden? Allein, die etwas weniger klar liegenden Erfahrungen bei Crassula arborescens lassen die Frage als gerechtfertigt erscheinen, sind die Pflanzensäuren die einzigen Ausgangspunkte für derartige Reductionsprocesse? Und jedenfalls ist die Frage eine offene und hochwichtige, welche Pflanzensäure zur Sauerstoffspaltung unter diesen Umständen dient?

---

jede wesentliche Temperaturerhöhung in Folge der Insolation vermieden worden ist. Die Entbindung des Gases ist also zweifellos eine Lichteinwirkung. Das Licht hat also auch nach dieser möglichen Version die Fähigkeit bei den Crassulaceen den Sauerstoff aus einer andern Bindung zu befreien als aus der Kohlensäure, und das ist ja das Ganze, was vorerst mit aller Sicherheit behauptet werden soll.

[1] Vielleicht sollte man zu allernächst an im Zellsafte gebundene Kohlensäure denken, weil alsdann die neugefundene Thatsache sich am selbstverständlichsten unter die längst bekannten Gesetzmässigkeiten einreihen liesse. Ich habe diese Möglichkeit vielfach erwogen und auch experimentell zu erörtern versucht. Am beweiskräftigsten dagegen scheint mir zu sein, dass in einem sauren Zellsafte die Bedingungen für eine specifische Kohlensäureabsorption gerade ungünstige sind.

Wenn man den in der Wärme dargestellten sauren wässrigen Extract aus gehackten Dunkelblättern[1]) von Bryophyllum einengt und dann mit einem grossen Ueberschuss von Alkohol versetzt, so entsteht eine weisse Fällung. Die klare überstehende Flüssigkeit reagirt sauer. Der Alkohol hat die freie Säure in sich aufgenommen. Der weisse, beim Trocknen leicht harzig werdende Niederschlag besteht aus pflanzensauren Kalksalzen, welche in grossen Mengen in dieser wie in andern Fettpflanzen angetroffen werden. Daher unter Anderem die gärtnerische Regel, bei der Cultur von Crassulaceen Mörtel der Gartenerde zuzusetzen. Diese Kalksalze haben ein gewisses Interesse für unsere Untersuchung, da sie z. Th. die nämlichen Säuren einzuschliessen scheinen, welche daneben im freien Zustande in das alkoholische Filtrat übergehen.

Aus welchen chemischen Individuen nun die freie Säure besteht, ist bei der Geringfügigkeit des Bryophyllummaterials einstweilen nicht ganz leicht zu beurtheilen. Bei der Nichtflüchtigkeit derselben, bei der Leichtlöslichkeit des Kalksalzes sind Ameisensäure, Essigsäure, Weinsäure, Oxalsäure ausgeschlossen. Für die Anwesenheit von Citronensäure spricht einstweilen die Ausscheidung eines Theils des durch Auflösen von Marmorpulver in der Säure erzeugten Kalksalzes in der Siedhitze und die Fällbarkeit des Kalksalzes durch essigsauren Baryt. Ausserdem spricht auch Manches für die Anwesenheit von Aepfelsäure. — In dem in der Pflanze vorkommenden Kalksalze, namentlich auch aus Crassula arborescens, welche grosse Mengen solcher Salze einschliesst, lässt sich deutlicher das Unlöslichwerden in der Siedehitze nachweisen. Aber wenn dies auch deutlich auf Citronensäure schliessen liesse, so handelt es sich ja bei unserer Beweisführung um die freien Säuren, welche bei der Insolation nachweislich verschwinden. Kurz, ich kann hier nur sagen, dass ich auf der Spur bin. Ohne die fragliche Säure in Substanz darzustellen, möchte ich nicht gerne

---

[1]) So nenne ich der Kürze halber Blätter, die einige Zeit im Dunkeln gehalten worden waren.

ein Urtheil abgeben; und dazu ist viel Material erforderlich, was erst durch umständliche Cultivirung beschafft werden muss. Und wenn die Säuren bekannt sind, muss erst eine annähernde quantitative Bestimmungsmethode für dieselbe aufgespürt sein, um ihr Verschwinden im Sonnenlichte strenge zu beweisen. Erst dann wird die Frage nach dieser Seite hin ihren Abschluss erreicht haben.

Hierbei möchte ich darauf hinweisen, wie wichtig die Entscheidung gerade dieser Frage ist, und damit kommen wir auf die theoretische Bedeutung der neuen Thatsache zu sprechen. Man mag zunächst denken, dieser eigenthümliche Reductionsprocess kommt nur einer beschränkten Gruppe von Pflanzen zu, eine allgemeine physiologische Wichtigkeit kann demselben desshalb nimmermehr beigemessen werden. Aber sicherlich besteht die Eigenthümlichkeit mancher Fettpflanzen nur darin, dass sie durch besondere Athmungs- oder Spaltungsvorgänge gerade Säuren erzeugen, welche sich zur Reduction im Sonnenlichte eignen. Der Assimilationsprocess ist jedenfalls einheitlicher Natur und besteht nicht bei verschiedenartigen Pflanzen in ganz verschiedenen Chemismen. Mit dieser Folgerung, welche ja einer experimentellen Prüfung bis zu einem gewissen Grade zugänglich ist, erhalten die in den Crassulaceen sich vorfindenden Pflanzensäuren ein ganz allgemeines physiologisches Interesse, wenn sie auch nachweislich nur in einer einzigen Familie vorkommen sollten. Sie bekommen den Charakter eines *Uebergangsgliedes zwischen Kohlensäure und Kohlehydraten*, über welches man seither viele vage Vermuthungen gehegt hat, dessen man aber niemals habhaft werden konnte, weil im Allgemeinen die Bedingungen seines Entstehens zugleich die seines Vergehens waren, und für welches daher auf dem gewöhnlichen Wege keine Anhäufung stattfinden konnte. Der Zufall musste es wollen, dass die gleichen Stoffe bei einigen Pflanzen auch die Producte anderer physiologischer Vorgänge waren, welche sich unter Umständen abwickelten, dass ein sofortiges Wiederverschwinden nicht eintreten konnte. Kurz, es ist grosse Aussicht vorhanden, dass wir mit dem gemachten Funde der näheren Erörterung des

Assimilationschemismus plötzlich näher rücken, als durch alle geistreichen Speculationen unserer Structurchemiker.

In Bezug auf eine andere wichtige Detailfrage bin ich glücklicher in der Erörterung gewesen — nämlich in Bezug auf die, welches das Product des beobachteten Reductionsprocesses ist. Wenn man Blätter von Bryophyllum calycinum oder Crassula arborescens längere Zeit im Dunkeln hält, so gelingt es, das Stärkemehl des Blattparenchyms zwar nicht ganz zum Verschwinden, aber doch zum sehr auffälligen Zurücktreten zu veranlassen. Insolirt man nun diese Pflanzen im kohlensäurefreien Raume durch mehrere Stunden, so kann man dann leicht eine Vermehrung des Stärkemehls, namentlich dessen Einlagerung in die Chlorophyllkörner, dessen Auftreten in Zellpartien, die vorher frei davon waren, nachweisen. Wir hätten also das Stärkemehl auch in diesem Fall als Endproduct des Reductionsprocesses anzusehen.

Dieser Nachweis wurde auch noch bei einer dritten Crassulacee, im Ganzen fünf Mal wiederholt, immer mit dem gleichen Resultate. Vier Mal war das Resultat selbst unter mittleren Beleuchtungsverhältnissen so schlagend, dass man die Vermehrung des Stärkemehls in einem Blattquerschnitt nach 5- bis 6stündiger Insolation ohne Uebertreibung auf das 10 bis 20fache schätzen konnte; und wenn es auch Fälle geben mag, wo das vermehrte Auftreten von Stärkemehl selbst in Blattorganen einer Wanderung desselben zugeschrieben werden muss (J. Boehm), und so die naive Deutung auf eine Neuproduction nicht immer gestattet erscheint, so wäre ein Zweifel im vorliegenden Falle doch kaum gerechtfertigt. Immerhin werde ich später auch hierfür den strengeren Beweis anzustreben haben.

Weitere Versuche haben sich noch darauf erstreckt, die Blätter von andern Pflanzen, welche in ausgekochtem Wasser keinen Sauerstoff aushauchen, durch Imprägniren mit den Pflanzensäuren, welche in den Crassulaceen als Substrate der Erscheinung erachtet werden müssen, zu diesem Vorgange zu veranlassen. Wären derartige Versuche gelungen, so wäre auf diesem Wege viel eher Klarheit in die Natur der fraglichen

Säuren gekommen als nach der beschwerlichen analytischen Methode, die mir noch bevorsteht. Allein diese Versuche, die so angestellt worden sind, dass zu dem ausgekochten Wasser, in welchem die Blätter lagen, einfach sehr kleine Mengen von Citronensäure, Weinsäure, Aepfelsäure zugesetzt wurden, haben bis jetzt nur negative Resultate ergeben. Ja die meisten Blätter schienen mir unter solchen Zusätzen zu leiden.

Man kann dies nun entweder so erklären, dass in den betreffenden Zusätzen noch nicht der rechte Körper gefunden war, oder — was wahrscheinlicher ist — so, dass, obgleich der vereinigte Zellsaft eines Blattes recht wohl sauer reagiren kann, doch nicht eine jede einzelne Zelle gleich unempfindlich gegen eine Ansäuerung sich verhält[1], und aus diesem Grunde die plumpe Imprägnirung durch ganz beliebige Membranen hindurch nicht gelingt. Ueberhaupt ist hier daran zu erinnern, dass wir allerdings gewisse mineralische Stoffe, wie Kohlensäure, Ammoniak, Wasser, ja selbst Eisensalze der Pflanze von Aussen mit gutem Ernährungserfolge zu appliciren vermögen, dass dies aber für die complicirter zusammengesetzten organischen Stoffe nicht so ohne Weiteres gelingt.

Es sei gestattet, auf diese Nebenfrage noch etwas einzugehen, da ich derselben in der letzten Zeit auch viele experimentelle Aufmerksamkeit geschenkt habe. Das einzige Positive, was mir in der angegebenen Richtung bekannt geworden ist, sind die van Tieghem'schen Versuche, bei welchen ihrer Nährstoffreservoire beraubte Keimpflanzen durch die erzeugten Schnittflächen hindurch mit Stärkemehlbrei ernährt wurden. Der Nähreffect wurde durch das gesteigerte Wachsthum der so behandelten Keimlinge festgestellt[2].

Nun ist aber Wachsthum ein sehr unzuverlässiges Symptom einer gelungenen Ernährung, da dasselbe durch tausend Dinge regiert wird, die mit der Grösse der vorhandenen Vorräthe in keinerlei Zusammenhang stehen. Ich habe desshalb

---

1) Nach Analogie des thierischen Organismus könnte man sogar schliessen, dass in allen Zellen, in welchen noch lebenskräftiges Protoplasma vorhanden ist, eine Ansäuerung nicht ertragen wird.

2) Ann. d. Scienc. nat., Botanique [5] T. 17 p. 205.

die aufgeworfene Frage durch Versuche erörtert, bei welchen eine gesteigerte Athmung als Symptom gewählt wurde, und nur ganz nebenbei auf die Wachsthumsresultate geachtet wurde.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend wurden in der ersten Hälfte dieses Jahres mehrfach Versuche darüber angestellt, ob (im Dunkeln) nahezu erschöpfte Keimpflanzen, die in Folge dessen auch in der Athmungsintensität schon etwas zu leiden begannen, durch Ernährung mit Zucker oder mit andern organischen Stoffen in ihrer Athmungsintensität gesteigert werden könnten. Diese Nährstoffe wurden in allen Fällen in sehr verdünnten, nahezu 1procentigen Lösungen verabreicht, und durch frisch hergestellte Schnittflächen beizubringen versucht.

1. Den 8. Februar wurden sechs des Endosperms beraubte und durch mehrtägiges Wachsthum erschöpfte Keimpflänzchen von Weizen in den Athmungsapparat verbracht; sie brachten dort in Folge von Sauerstoffabsorption folgende Volumverminderungen hervor:

Zeit		Volumen	Abnahme absolut	Abnahme stündlich	Temperaturen	Bemerkungen
Februar		Ccm.	Ccm.	Ccm.	°C.	
9.	10 40	57,12	0,14	0,02	20	In Wasser
9.	[5 15]	56,98				
10.	10 50	57,17	0,95	0,04	19	In Zuckerlösung v. $^2/_3$ %.
11	10 —	56,22				

Das sieht also aus wie eine deutliche Athmungssteigerung in Folge der Zuckerernährung. Allein die Zuckerlösung erschien getrübt durch Bakterien und mycodermaähnliche Formen. Diese niedrigen Organismen mussten sich an der Athmung betheiligt haben. Es frägt sich nur, in welchem Grade. Es wurde also neue Zuckerlösung allein ohne Pflanzen in den Athmungsapparat eingeschaltet und Folgendes beobachtet:

Zeit		Volumen	Abnahme absolut	Abnahme stündlich	Temperaturen	
Februar		Ccm.	Ccm.	Ccm.	°C.	
11.	10 25	58,45	0,29	0,006	20	
13.	10 —	58,16				

Auch diese Zuckerlösung war nach dem Auseinandernehmen des Apparats mit niedrigen Organismen verschiedener Art inficirt. Man könnte also schliessen, als ob inficirte Zuckerlösung sich nicht in dem Grad an der Sauerstoffabsorption betheiligte, dass dadurch das beobachtete Plus erklärt werden könnte. Allein die Sache ist zum Mindesten unsicher, schon wegen der Kleinheit der beobachteten Differenz, und besonders, da die Zuckerlösung durch das Eintauchen von Pflanzenstengeln erst recht zur Entwicklung von niedrigen Organismen geschickt werden kann.

2. Den 13. Februar wurden fünf noch wohlerhaltene von jenen sechs Keimpflänzchen, welche seither bei kühler Zimmertemperatur in der verdünnten Zuckerlösung gestanden hatten, und fünf andere nicht mit Zucker ernährte, aber im Uebrigen gleich behandelte Weizenpflänzchen, die gleichzeitig mit jenen des Endosperms beraubt waren, zu einem vergleichenden Athmungsversuche benutzt, bei welchem selber **keine** Ernährung mit Zuckerlösung stattfand. In diesem Falle musste sich also die etwaige Nachwirkung einer solchen Ernährung zeigen und die Veranlassung von Scheinergebnissen durch Bakterien war verhindert. Es wurde gefunden:

Zeit		Vorher mit Zucker			Ohne Zucker			Temperatur
		Volumen	Abnahme absolut	Abnahme stündl.	Volumen	Abnahme absolut	Abnahme stündl.	
Febr.	Uhr	Ccm.	Ccm.	Ccm.	Ccm.	Ccm.	Ccm.	°C.
13.	10 20	23,22			24,74			
			1,11	0,05		0,13	0,05	21
14.	10 —	22,11			23,61			
			0,34	0,015		0,58	0,025	16
15.	8 45	21,77			23,03			

Anfangs ist die Athmung ganz gleich, dann wird sie schwer geschädigt — durch Fäulniss der Pflanzen. Die nicht mit Zucker ernährten zeigten sich beim Herausnehmen am meisten verdorben. Die vorausgehende Ernährung erschöpfter Keimpflänzchen mit verdünnter Zuckerlösung hatte also keine merkliche Athmungssteigerung zu Folge. Das Wachsthum schien dagegen durch eine derartige Ernährung sehr erheblich gestei-

gert. Allein dies kann daraus erklärt werden, dass diese Pflanzen zufällig später durch Fäulniss litten. Wir werden dieser Frage übrigens nachher unsere besondere Beachtung schenken.

3. Ein dritter Versuch, wieder nach der ebengewählten vergleichenden Methode, wurde am 18. Februar unternommen. Fünf Plumula von Weizen wurden den 11. von den dazugehörigen Würzelchen abgetrennt, und drei davon in Zuckerwasser, zwei in reines Wasser bei gewöhnlicher Zimmertemperatur gesetzt. Am 18. wurden diese verschieden behandelten Pflanzen blos mit Wasser, in zwei Athmungsapparate gebracht und Folgendes beobachtet:

Zeit		Vorher mit Zucker			Ohne Zucker			Temperatur
		Volumen	Abnahme absolut	Abnahme stündl.	Volumen	Abnahme absolut	Abnahme stündl.	
Febr.	Uhr	Ccm.	Ccm.	Ccm.	Ccm.	Ccm.	Ccm.	°C.
18.	11 15	21,86			23,23			
			0,27	0,08		0,14	0,04	22
18.	[3 —]	21,59			23,09			
			0,56	0,03		0,39	0,02	18
19.	10 10	21,03			22,70			

Die hier sich darbietenden Unterschiede verschwinden beinahe, wenn man den Versuch mit zwei Pflanzen ohne vorausgehende Zuckerernährung auf drei Exemplare umrechnet. Man erhält dann für die stündliche Athmung:

Vorher mit Zucker	Ohne Zucker
0,08 Ccm.	0,06 Ccm.
0,03 »	0,03 »

Die Athmung fällt in beiden Fällen wegen der zunehmenden Erschöpfung, und es erscheint sehr zweifelhaft, ob dieser Abfall durch die Ernährung mit Zucker irgend erheblich verhindert werden kann.

Bei einer Wiederholung dieses vergleichenden Athmungsversuches mit den nämlichen Pflanzen, aber bei dauernder Anwesenheit von Zucker, wurden keine grösseren Differenzen erzielt, und ich verzichte also darauf, die betreffenden Zahlen mitzutheilen.

4. Am 2. März wurde ein weiterer Versuch in der gleichen Richtung unternommen. Da von einer Nachwirkung nicht viel zu spüren war, so wurde zu Athmungsversuchen bei Anwesenheit von Zucker zurückgekehrt. Dem Missstand der Störung durch Bakterienentwicklung in der Zuckerlösung wurde dadurch vorzubeugen versucht, dass in dem Parallelversuche auch ein gleiches Quantum Zuckerlösung eingeschaltet wurde, welches aber getrennt von den betreffenden Pflanzen in den Athmungsapparat eingeführt wurde. Zu jedem Versuche wurden fünf ganz gleichartig ausgebildete Pflanzen, die erst ganz frisch von den Endospermen abgetrennt waren, benutzt. Zunächst wurden beide Gruppen noch ohne Zucker auf ihre natürlichen Athmungsintensitäten geprüft, und dabei folgende Zahlen gefunden, die diesmal keine absoluten Athmungsgrössen, sondern die Anzahl je in einem Tage von der steigenden Quecksilbersäule zurückgelegter Theilstriche bedeuten:

1. Gruppe	2. Gruppe
7,2 Theilstriche	9,2 Theilstriche

Nun wurde der ersten an sich schwächer athmenden Gruppe Zucker (1 % Traubenzuckerlösung) verabreicht und Folgendes beobachtet:

	mit Zucker	ohne Zucker
2. Tag	9,0 Theilstriche	8,4
3. »	7,7 »	6,7
4. »	5,0 »	3,1

Das sieht also wieder aus wie eine entschiedene Begünstigung der Athmung durch den Zucker. Allein die mikroskopische Prüfung der in beiden Fällen eingeschalteten Zuckerlösung ergab eine weit stärkere Inficirung derjenigen, in welche die Pflanzen direct eintauchten, so zwar, dass daselbst die Lösung an Zucker erschöpft war (was durch Aufsaugung von Seiten der Pflanzen in so kurzer Zeit nicht zu geschehen pflegt). In Uebereinstimmung damit ist die beobachtete Athmungsdifferenz (mit der Vermehrung der niedrigen Organismen) in steter Zunahme begriffen, und die so ernährten Pflanzen waren weniger stark gewachsen als die Parallelpflanzen.

5. Von durch dreiwöchentliches Wachsthum im Dunkeln

äusserst etiolirten Weizenpflanzen wurden die tiefsten Internodien sammt der Blattscheide herausgeschnitten und die im Durchschnitt 55 Mm. langen Pflanzenstücke zu je 20 Exemplaren in zwei Athmungsapparate eingesetzt. In einem Falle tauchten dieselben in 1 % Traubenzuckerlösung. Dieselbe blieb in Folge besonderer Massregeln in diesem Versuche von Bakterienentwicklung fast ganz frei. Es wurde zum Ueberfluss gezeigt, dass die kaum merklich inficirte Lösung nach Beendigung des Versuchs für sich in den Athmungsapparat gebracht keine Volumverminderung veranlasste. Bei dem Versuche selber wurden folgende Athmungsintensitäten beobachtet:

Zeit		Ohne Zucker			Mit Zucker			Temperatur
		Volumen	Abnahme absolut	Abnahme stündl.	Volumen	Abnahme absolut	Abnahme stündl.	
Mai	Uhr	Ccm.	Ccm.	Ccm.	Ccm.	Ccm.	Ccm.	°C.
3.	11 55	41,66			56,87			
			0,59	0,12		0,58	0,12	18
	[5 —]	41,07			56,29			
			1,27	0,09		1,31	0,09	17,5
4.	8 —	39,80			54,98			
			0,44	0,07		0,52	0,08	16,7
	[2 35]	39,36			54,46			

In diesem durch besondere Sorgfältigkeit und glückliche Umstände ganz reinlich durchgeführten Versuche wurde also nicht die geringste Athmungsdifferenz beobachtet; und ich schliesse, dass durch Zuckerzufuhr unter den eingehaltenen Umständen die Athmung nicht merklich gesteigert werden kann.

6. Anstatt mit Zucker allein wurde alsdann noch ein ganz ähnlicher Versuch unternommen mit den Stoffen, welche vom Malzextract mittelst Dialyse gewonnen werden können, und welche stark stickstoffhaltig sind. Es handelte sich hier also um Stoffe sehr vielseitiger Natur, denen aber jedenfalls eine grosse Durchgangsfähigkeit durch Membranen zukommt, und unter welchen jedenfalls die Substanzen, welche von Zelle zu Zelle wandern und die wachsenden Pflanzen vor Erschöpfung schützen, vermuthet werden müssen. In zwölf erschöpfte Weizeninternodien, 60—85 Mm. lang, sammt Blattscheide, wurden,

frisch von den in 12 Tagen bei hoher Sommertemperatur rasch vergeilten Pflanzen abgeschnitten, in zwei Athmungsapparate eingeführt. In einem Falle tauchten die Pflanzenstücke in eine etwa 1 % Lösung des diffundirten Malzextracts. Aus den gemachten Ablesungen berechnen sich folgende Volumabnahmen:

Zeit		Ohne Malzextract			Mit Malzextract			Temperatur
		Volumen	Abnahme absolut	Abnahme stündl.	Volumen	Abnahme absolut	Abnahme stündl.	
Mai	Uhr	Ccm.	Ccm.	Ccm.	Ccm.	Ccm.	Ccm.	°C.
25.	[3 30]	42,19			58,67			
			2,01	0,11		2,12	0,12	20,9
26.	9 —	40,18			56,55			
			0,40	0,07		0,39	0,07	21,2
26.	[2 30]	39,78			56,16			

Also wiederum kein bemerkbarer Unterschied. Der Malzextract wurde alsdann gegen Wasser ausgetauscht, und alsdann beobachtet.

Stündliche Abnahme 0,07 | 0,08 | 20,7

Der herausgenommene Malzextract erwies sich als beinahe ganz frei von inficirenden niedrigen Organismen. Die Pflanzentheile waren in beiden Fällen stark zugewachsen.

Also auch bei dieser vielseitigen Ernährung mit organischen Stoffen kein positives Resultat.

Fast alle die eben beschriebenen Athmungsversuche waren von Messungen begleitet, und viele Wachsthumsversuche wurden für die Ernährung mit Zucker und auch Peptonen besonders ausgeführt. Es fehlt in der Reihe von diesen Versuchen auch nicht an solchen, aus denen ein positiver Einfluss einer Ernährung mit solchen organischen Stoffen, von denen wir innerhalb der Pflanze die allergrösste Wirkung annehmen müssen, abgeleitet werden könnte. Allein dies ist keineswegs regelmässig der Fall, und wer das Launische der Wachsthumserscheinungen kennt, wird sich hüten, das Beobachtete sofort der absichtlich veränderten äusseren Bedingung zuzuschreiben.

Damit soll indessen keineswegs den van Tieghem'schen Resultaten entgegengetreten werden. Ich habe dessen Versuche

ja in der von ihm angegebenen Weise nicht wiederholt, wie auch dieselben nicht der Ausgangspunkt meiner Experimente gewesen sind. Ich will nur darauf hindeuten, dass der Fütterung der Pflanzen mit fertigen organischen Stoffen ganz besondere Schwierigkeiten entgegenstehen, obgleich wir annehmen müssen, dass die nämlichen Stoffe in der Pflanze umherwandern, und dass unter den gewöhnlichen Umständen Pflanzentheile, welche jene zur Zeit nicht selber produciren, durch sie in der allervollkommensten Weise versorgt werden.

Die Schwierigkeit ist offenbar die, dass eine solche Wanderung ihre ganz bestimmten Strombahnen verfolgt, welche wir bei unsern künstlichen Zusammenstellungen auf das brutalste vernachlässigen oder gar zerreissen. Und die gleiche Schwierigkeit besteht voraussichtlich auch für die Diffusion organischer Säuren durch die Oberfläche des Blatts und den Querschnitt seines Stengels, ein Gegenstand, der für uns der Ausgangspunkt dieser scheinbar weit abliegenden Mittheilungen gewesen ist.

Schliesslich sei es mir vergönnt, auch das methodologische Interesse der Thatsache der Sauerstoffabscheidung in kohlensäurefreier Umgebung mit wenigen Worten hinzuweisen. Als seiner Zeit v. Wolkoff und ich den Athmungsapparat construirt hatten, da hat namentlich mein geehrter Mitarbeiter von damals unablässig den Gedanken verfolgt, den Assimilationsprocess nach der gleichen Methode zu bearbeiten. Er dachte sich, dass wenn man an Stelle der kohlensäureabsorbirenden Flüssigkeit (Natronlauge) eine sauerstoffabsorbirende einschaltete, nun in dem gleichen Apparate auch die Kohlensäureabsorption aus einem nur Kohlensäure und Stickstoff enthaltenden Gasgemenge so gut zu beobachten sein müsste, wie vordem die Sauerstoffabsorption aus einer Mischung von diesem Gase mit Stickstoff. Ich habe zwar damals bei dem Zustande der Rohheit, in welchem sich die Methoden der Beobachtung des Assimilationsprocesses zur Zeit noch befinden, und bei dem Widerspruche, in welchem die auf diese Weise erlangten Resultate zu einander stehen, die Erwünschtheit einer derartigen Umgestaltung sogleich zugegeben; allein meine Hoffnung auf

Erfolg ist stets dem Nullpunkt nahe gewesen. Trotzdem habe ich in dieser Richtung, z. Th. in Gemeinschaft mit v. Wolkoff, sehr mannigfaltige Versuche ausgeführt, welche aber allesammt erfolglos geblieben sind. Die Sache scheiterte daran, dass es nur wenige sauerstoffabsorbirende Mittel giebt, welche mit grosser Schnelligkeit ein Luftgemisch von diesem Gase befreien. Sodann sind die besten Mittel in dieser Richtung zugleich alkalischer Natur, nehmen also die Kohlensäure gleichzeitig mit fort. Endlich sind, von untergeordneten Bedenken zu schweigen, die Manipulationsschwierigkeiten beim Einsetzen der Pflanze und der Absorptionsflüssigkeit unendlich gesteigerte. Kurz, wir haben mit allen diesen Bestrebungen nur Zeit verloren.

Jetzt will es ein glücklicher Zufall, dass sich dennoch auf einem andern ungeahnten Wege die Möglichkeit zu der Ausarbeitung der damals angestrebten Methode eröffnet. Sobald man natürlich ein Stück des Assimilationsprocesses, welches, soweit die vorhandenen Andeutungen reichen, den gleichen äussern Bedingungen unterworfen ist, wie der Assimilationsprocess überhaupt, in kohlensäurefreier Umgebung vor sich gehen lassen kann, braucht man natürlich nicht mehr den Sauerstoff ferne zu halten, um aus den Volumveränderungen die Intensität des Assimilationsprocesses beurtheilen zu können. In diesem Specialfalle bedeutet, wie wir gesehen haben, die Volumzunahme zugleich Sauerstoffausscheidung, und diese giebt also den gewünschten Massstab ab. Dazu befinden sich selbstredend die Pflanzen in der sauerstoffhaltigen Umgebung unter weit normaleren Vegetationsbedingungen.

Die einzige Schwierigkeit, die noch übrig bleibt, ist nur der leicht erschöpfbare Vorrath an reducirbaren Pflanzensäuren, wodurch an sich der Sauerstoffabscheidungsvorgang zu einem inconstanten wird, und ausserdem hohe Lichtintensitäten nicht zu ihrem wahren Wirkungswerthe gelangen können. Indessen lehren die früher mitgetheilten Zahlen, dass doch für halbe oder ganze Stunden eine annähernde Constanz zu erlangen sein wird, so dass in der Zwischenzeit verschiedene Lichtarten auf ihre Befähigung zur Arbeitsleistung in der chlorophyllhaltigen Zelle geprüft werden können; und gerade für die geschwächten

farbigen Lichtarten ist die Sachlage eine erheblich günstigere. Schliesslich könnte man beim Fehlschlagen dieser Hoffnungen zwei Blätter von gleicher Beschaffenheit, die ja so leicht aufzutreiben sind, in zwei verschiedenen Athmungsapparaten unter verschiedenen Beleuchtungsbedingungen beobachten, so dass bei mir gar kein Zweifel darin besteht, dass aus diesen Anfängen eine sehr brauchbare Methode wird ausgearbeitet werden können.

Heidelberg, den 10. August 1875.

Die Humuskörper in ihrer Beziehung zur Pflanzenernährung.

Von

E. Simon,

Director der landw. Versuchs-Station zu Gent.

Einleitung.

Die Verwesungsproducte der organischen Substanzen des Bodens (die sogenannten Humussubstanzen) wurden stets hoch geschätzt und geachtet als Träger der Fruchtbarkeit unsrer Ackererden. Wie schon die alten Römer die Qualität des Bodens nach der Farbe beurtheilten, obgleich nach Columella man auch der Schädlichkeit des sauren Humus der Torfmoore Rechnung trug, so ist der Reichthum des Bodens an Humussubstanzen noch[1]) heute ein Massstab des Praktikers für dessen Güte.

Wie hoch man den Humus schätzte, davon geben die Ansichten von Th. de Saussure, Thaer und Anderen genugsam Beweise. Voigt spricht sich in seinem »Supplément aux

---

[1]) L. Junii Moderati Columellae, De Re Rustica, liber II.

Recherches de Saussure sur la végétation« in ebenso geistvollen wie poetischen Worten über den Humus wie folgt aus:

»Die vegetabilische Erde (Humus) ist ein Gewächs, »was, obgleich theilweise zersetzt, doch nicht ganz des- »organisirt ist. Es ist eine weithin verbreitete allge- »meine Pflanze ohne Leben, welche selbst die andern »Pflanzen trägt und ernährt, wie ein Ast sich vom »Baume ernährt, dem er angehört, oder wie ein neuer »Blatttrieb sich auf Unkosten des Stengels bildet, der »vor ihm entstanden.«

Unsere Ansichten über die Wirksamkeit des Humus im Boden beschränken sich nur auf ihre Nützlichkeit durch indirectes Wirken, sei es physikalischer oder indirect chemischer Natur. Obgleich man durch mühevolle Untersuchungen dahin gestrebt hat, diese Körper zu trennen und zu definiren, so ist durch diese Arbeiten uns wenig Klarheit über das Wirken dieser Stoffe in der Ackererde geworden, und kein Aufschluss über ihren Antheil bei der Pflanzenernährung. Wenn ich es in Folgendem unternehme, dieses bisher so wenig dankbare Studium der Humussubstanzen von Neuem aufzunehmen, so geschieht dies nicht in der Hinsicht, deren Constitution nochmals festzustellen, sondern mein Streben ist dahin gerichtet, die Mitwirkung der Humussubstanzen bei der Pflanzenernährung zu erforschen. Ich werde mich desshalb weniger mit den eigentlichen Humaten, als hauptsächlich mit den von de Saussure so benannten Extractivstoffen (Quellsäure, Quellsalzsäure etc.) beschäftigen.

Ueberzeugt, dass die nach meiner Ansicht zu schnell durch Formeln ausgedrückten Humuskörper nicht immer chemisch reine Stoffe waren, werde ich mich vollständig enthalten, die von mir studirten organischen Verbindungen irgend wie classificiren zu wollen.

Was ich in Folgendem zu geben gedenke, soll vorläufig nur eine Anregung zu gemeinschaftlichen Untersuchungen sein über die wichtige Frage: »Nimmt der Humus Antheil an der Pflanzenernährung oder nicht?«

Weit entfernt, nur einen annähernden Anspruch auf die

Vollständigkeit meiner Untersuchungen machen zu können, würde ich mich glücklich schätzen, in Rücksicht darauf, dass das über die Wirkung der Humusstoffe herrschende Dunkel doch endlich gelüftet werden möchte, einiges Wenige zur Erkenntniss dieser Körper beitragen zu können.

Untersuchung über die Zusammensetzung der natürlichen Humussäure, über ihre Rolle bei der Pflanzenernährung und ihre Verbindungen mit den Mineralsubstanzen[1].

§ 1. Ist der Stickstoff, den die Humussäure enthält, ein integrirender Bestandtheil derselben?

Die Humussäure enthält sehr veränderliche Mengen Stickstoff, und schwankt nach Analysen von Mulder und Soubeiran zwischen

2,5 — 2,8 — 3,3 — 3,8 %,

steigt sogar nach Hermann noch höher. Wenn man sich anderntheils aber vergegenwärtigt, dass die Humussäure hauptsächlich aus Cellulose sich bildet, die doch stickstofffrei ist, so muss man sich fragen, ob die gewöhnliche Darstellungsweise der Humussäure (Ausziehen der Erde oder des Torfes vermittelst eines Alkali, und Ausfällen der filtrirten Lösung durch eine Säure) uns ein reines Product liefert.

Hermann erkannte in seiner Arbeit »Chemische Untersuchungen der Schwarzerden Russlands« zuerst, dass Humussäure, welche aus nichtstickstoffhaltigen Körpern dargestellt wurde, stets Stickstoff enthielt, wenn sie an der Luft bereitet wurde.

Die Thatsache einer Stickstoffaufnahme aus der Luft beweist er indess nur durch einige Analysen, ohne eine wirkliche Bindung des Stickstoffs durch Versuche nachgewiesen zu haben.

---

[1]) Diese Arbeit wurde der kgl. Akademie der Wissenschaften in Brüssel vorgelegt und findet sich nebst dem Berichte der Prüfungscommission im »Bulletin de l'académie royale belge des sciences 1875 No. 2«.

Seine Humussäuren enthalten in der That oft solche Mengen Stickstoff, dass Mulder sich dahin ausspricht, Hermann habe es mit Ammoniakverbindungen zu thun, und der gefundene Stickstoff rühre vom Ammoniak der Luft her.

Dieser Stickstoffaufnahme aus der Luft durch die Humussäure, so wichtig sie erscheint, hat Hermann in seinen weiteren Studien nicht Rechnung getragen, während sie doch, wie ich glaube, im Stande ist, die Zusammensetzung dieser Körper zu ändern. Man muss sich fragen, ob die zwölf Humussäuren, welche Hermann unterscheidet, nicht Veränderungen nur einiger stickstofffreien Humussäuren sind, dadurch hervorgerufen, dass sie kürzere oder längere Zeit der Luft ausgesetzt waren und desshalb verschiedene Mengen Stickstoff aufnahmen. Wie dem auch sei, so herrscht noch eine grosse Unsicherheit über die wahre Zusammensetzung dieser Körper, welche schwer von einander zu trennen sind. Es genügt, einen Blick auf die verschiedenen Formeln zu werfen, die die Verfasser den Humusverbindungen zuertheilen[1].

Wenn man Torf, nachdem er mit einer schwachen Säure erschöpft worden, mit Ammoniak auszieht, erhält man, nachdem man im Wasserbade zur Trockne abgedampft hat, eine schwarze glänzende Masse, sehr spröde aber sehr leicht löslich im Wasser. Diese Lösung ist ganz neutral, ohne Geruch und Geschmack, und enthält Ammoniak mit der Humussäure verbunden[2]. Wenn man diese Lösung mit kaust. Magnesia erhitzt, erhält man eine starke Ammoniakreaction[3]. Der Niederschlag,

---

[1] Hermann: Erdmann's Journal für practische Chemie, t. XII, p. 277; t. XXII, p. 65; t. XXIII, p. 375; t. XXV p. 189; t. XXVII, p. 165; t. XXXIV p. 156.

Mulder: Dasselbe Journal t. XVI; t. XXI, t. XXXII oder sein Werk »Die Chemie der Ackerkrume« t. 1 u. 2.

[2] Grandeau hat gefunden (deuxième mémoire Sur le rôle des matières organiques dans le sol p. 24), dass die Substanz, welche er auf dieselbe Weise aus Schwarzerde erhielt, ammoniakfrei sei.

[3] Ich habe die Magnesia dem kaustischen Natron vorgezogen, um eine Zersetzung der organischen Substanzen zu vermeiden, die Ammoniak hätten bilden können.

den man erhält, wenn man die Lösung von humussaurem Ammoniak mit Salzsäure ausfällt, liefert, nachdem man ihn während einiger Stunden mit Wasser gekocht hat, in Wasser unlösliche Humussäure[1]). Lässt man die so erhaltene Humussäure mit destillirtem Wasser in einem verkorkten Ballon stehen, so wird sie allmälig löslich, und schon nach drei Tagen habe ich eine gefärbte Lösung erhalten. Diese Veränderung wurde schon von de Saussure beobachtet, und er spricht sich in seinem Werke »Recherches chimiques sur la végétation« wie folgt aus:

> »Es bildet sich eine gewisse Substanz, welche in Wasser »löslich ist, und welche man Extractivstoff nennt. Man »trennt diesen Körper, indem man den Humus, welcher »der Luft ausgesetzt war, wiederholt mit kochendem »Wasser auszieht. — Wenn in Folge der wiederholten »Auskochungen der Humus vollständig von dieser lös»lichen Substanz befreit scheint, und man ihn einige »Zeit der Luft aussetzt, so erhält man von Neuem »diesen Extractivstoff; wenn man im Gegentheil den »Humus in verschlossenen Gläsern bewahrt, so bildet »er nicht mehr diesen löslichen Körper.«

Durch diese Thatsachen wurde ich darauf geführt zu glauben, dass eine Stickstoffaufnahme stattfinde und eine langsame Bildung von humussaurem Ammoniak veranlasse[2]).

Ein Versuch, den ich mit einer mit reinem Stickstoff gefüllten Glasglocke machte, worunter ich etwas Humussäure mit wenig destillirtem Wasser eingeführt hatte, zeigte nach acht Tagen eine Volumverminderung der ursprünglichen Stickstoffmenge.

---

[1]) Wenn man den Niederschlag nicht mehrere Stunden mit Wasser digerirt, so enthält er leicht Ammoniak, wahrscheinlich ein saures humuss. Ammoniak; wenn man in der That diese Vorsicht versäumt und die ausgefällte Humussäure direct auswäscht, so färbt sich die filtrirende Flüssigkeit mit der Abnahme der Salzsäure.

[2]) Déhérain fand, dass der Humus von altem Holze herrührend oder die Ulminsäure der Ackererde in Auflösung von Aetzkali Stickstoff aufzunehmen im Stande sind.

Chimie agricole de Déhérain p. 316.

Um die Thatsache einer Stickstoffaufnahme und eine Ammoniakbildung zu bestätigen, machte ich folgende Versuche:

1. Ein Glaskolben von ungefähr 200 Cubikcentimeter Rauminhalt, der in ein feines Röhrchen ausgezogen war, wurde mit Stickstoff gefüllt, und alsdann etwas reine Humussäure (welche weder mit Aetznatron noch mit Magnesia eine Ammoniakreaction erkennen liess) und wenig destillirtes Wasser eingeführt. Diesen Ballon schmolz ich zu und setzte ihn dem directen Sonnenlichte aus.

2. Ich füllte eine ausgezogene Röhre ganz mit destillirtem Wasser, dem ich Humussäure zugefügt hatte; hierauf erhitzte ich im Wasserbade während einer halben Stunde, um die Luft auszutreiben, und schmolz die Röhre alsdann schnell zu. Diese Röhre wurde neben dem Ballon aufgestellt.

3. Ein Glaskolben, der Humussäure und destillirtes Wasser enthielt, wurde einfach mit einem Kautchoukpfropfen verstopft.

Diese drei Versuche begann ich am 7. August und vollendete sie am 22. August 1874. Der Kolben (1) und die Röhre (2) wurden während dieser Zeit unverändert aufbewahrt und nur der Ballon (3) wurde zuweilen geöffnet[1]).

1. Am 22. August nahm ich den Ballon und brach die zugeschmolzene Spitze unter Quecksilber ab; es hatte eine Absorbirung stattgefunden, und das Quecksilber stieg bedeutend in dem Ballon. Ich saugte einen Theil des im Ballon befindlichen Gases, nachdem ich es getrocknet, durch einen gewogenen Kaliapparat, und fand eine Gewichtszunahme desselben. Der filtrirte Balloninhalt war stark braun gefärbt und lieferte mit Magnesia erhitzt eine starke Ammoniakreaction.

Ich glaube mich schon nach diesem Versuche berechtigt anzunehmen, dass Stickstoff absorbirt wurde, dass sich Ammoniak gebildet und Kohlensäure dabei entstanden ist.

2. Die zugeschmolzene Röhre zeigt nicht die geringste Veränderung, die Humussäure hat sich zu Boden gesetzt, und

---

[1]) Das destillirte Wasser, welches ich zu allen Versuchen benutzte, enthielt weder freies Ammoniak noch kohlensaures Ammoniak und war frei von Kohlensäure.

die Flüssigkeit ist ganz farblos geblieben. Am 11. November öffnete ich diese Röhre und fand, dass die klare Flüssigkeit, auf einem Platinblech abgedampft und geglüht, nicht die geringste Spur kohligen Rückstand ergab. Die Abwesenheit der Luft und besonders des Stickstoffs liess nicht die geringste Veränderung zu.

3. Der Inhalt des Kolbens No. 3 gab, nachdem ich filtrirt hatte, eine gelbbraun gefärbte Flüssigkeit, welche mit Magnesia erhitzt eine deutliche Ammoniakreaction zeigte. Hier hat die Ammoniakbildung auf Unkosten des Stickstoffs der im Ballon befindlichen und im Wasser gelösten Luft stattgefunden.

Um diese Thatsachen noch weiter zu bestätigen, bereitete ich Humussäure, indem ich mich als Lösungsmittel statt des Ammoniaks der Aetznatronlauge bediente.

Nachdem ich diese Humussäure auf Ammoniak geprüft und keine Spur nachweisen konnte, füllte ich einen Liebig'schen Kugelapparat mit destillirtem Wasser, dem ich diese Humussäure beigemischt hatte. Ich liess alsdann einen schwachen Stickstoffstrom ungefähr 12 Stunden lang hindurchstreichen. Der Inhalt des Kaliapparates wurde hierauf filtrirt und die filtrirende Flüssigkeit mit Magnesia destillirt.

Das Filtrat fing ich in einem kleinen Ballon auf, der etwas Salzsäure enthielt. Ich dampfte dasselbe mit Platinchlorid zur Trockne und nahm mit Alkohol von 85° auf. Auf diese Weise erhielt ich einen deutlichen Rückstand von Ammoniumplatinchlorid. Noch nicht zufrieden mit diesen Resultaten, suchte ich eine Bereitungsart ausfindig zu machen, die mir eine reine Humussäure, d. h. vollständig stickstofffrei, liefere[1]). Indem ich der Eigenschaft der Humussäure, den

[1]) Die Humussäuren, welche ich, sei es mit Ammoniak oder Aetznatron, erhalten hatte, obgleich mit einer peinlichen Sorgfalt bereitet, gaben mir immer geringe Mengen Stickstoff durch die Verbrennung mit Natronkalk. Ich glaube, dass dieser Stickstoff von den organischen Resten herrührt, die ich ziemlich gut erhalten in dem Torf, welcher mir zur Bereitung der Humussäuren diente, vorfand. Ich konnte Ueberreste von Ericeen und Sphagneen deutlich erkennen. Die Albuminkörper können durch die Alkalien in Lösung übergeführt und beim Ausfällen durch die Humussäure mit niedergeschlagen werden.

atmosphärischen Stickstoff zu absorbiren, Rechnung trug, bin ich bei folgendem Modus stehen geblieben:

Ich nehme eine neutrale Lösung von humussaurem Ammoniak, dem ich Kalkmilch im Ueberschuss zufüge, und erhitze dieses Gemisch so lange als noch Ammoniak entwickelt wird. Ich hatte vier Tage nöthig, um alles Ammoniak zu verjagen und die existirenden Albuminkörper zu zerstören. Nach dieser Zeit fälle ich die Humussäure mittelst Salzsäure aus und filtrire im Kohlensäurestrom. Diese Operation bietet viele Schwierigkeiten, da das Filtriren nur sehr langsam von Statten geht und mir eine ganze Woche in Anspruch genommen hat, selbst mit Hülfe der Luftpumpe. Das Trocknen der Humussäure geschah ebenfalls im Kohlensäurestrom.

Eine Stickstoffbestimmung mittelst Natronkalk ergab in dieser Humussäure keine Spur Stickstoff.

Ich liess dieselbe in Alkohol digeriren und erhielt eine gefärbte Flüssigkeit, die abgedampft und getrocknet eine schwarzbraune Substanz liefert, die sehr hygroskopisch ist, eine Eigenschaft, die der in Alkohol unlösliche glänzend schwarze Theil nicht besitzt[1].

Diese in Alkohol unlösliche Humussäure ist vollständig unlöslich in kochendem und kaltem Wasser.

Eine Mischung von dieser Humussäure mit destillirtem Wasser setzte ich in einer Glasschale, ausserhalb des Laboratoriums, der Luft und Sonne aus. Nach acht Stunden zeigte die Flüssigkeit schon eine gelbe Färbung und gab, nachdem ich sie filtrirt und mit Magnesia erhitzt hatte, eine deutliche Ammoniakreaction.

Ich machte alsdann den folgenden Versuch:

Zwei Liebig'sche Kugelröhren füllte ich mit destillirtem Wasser und fügte zur ersten den in Alkohol löslichen Bestand-

[1]) Da die Mengen, welche ich von diesen Körpern erhielt, zu klein waren, obgleich ich ziemlich bedeutende Quantitäten verarbeitete (durch mehrere verunglückte Operationen verlor ich sehr viel Humussäure), so habe ich diese beiden Körper noch nicht untersuchen und analysiren können, doch ich glaube, dass sie verschiedener Zusammensetzung sind.

theil der Humussäure und zur zweiten den unlöslichen Antheil, nachdem ich beide Substanzen bei 100° getrocknet hatte.

Ich liess alsdann gereinigtes Stickstoffgas, welches erst durch Kalilauge und alsdann durch Schwefelsäure passiren musste, Blase für Blase während 18 Stunden langsam hindurchstreichen. Das aus den Kugelröhren austretende Stickstoffgas leitete ich noch durch Barytwasser.

Nach dieser Zeit verschloss ich die Kugelröhren und setzte sie ausserhalb des Laboratoriums der Mittagssonne aus.

Das Barytwasser hat kohlensauren Baryt in nicht unbedeutenden Mengen abgesetzt.

Nach acht Tagen filtrirte ich jeden Inhalt der beiden Kugelröhren separirt.

Die filtrirende Flüssigkeit beider Theile ist stark gefärbt, was schon eine Modification beider Flüssigkeiten beweist.

Beide filtrirte Flüssigkeiten wurden mit Magnesia destillirt und das entwickelte Ammoniak durch Salzsäure aufgenommen. Ich erhielt nach der bekannten Weise vorgehend kleine Mengen Ammoniumplatinchlorid.

Ich glaube, dass dieses Experiment vollständig die Resultate der vorhergehenden Versuche bestätigt und zu folgenden Schlüssen berechtigt.

1. Die Humussäure besitzt die Eigenschaft, den Stickstoff der Luft zu absorbiren und Ammoniak zu bilden.

2. Die Stickstoffaufnahme hat eine Kohlensäurebildung zur Folge. Dies kann in der Weise stattfinden, dass Wasser zersetzt wird, dass der Wasserstoff sich mit dem Stickstoff vereinigt und der Sauerstoff mit dem Kohlenstoff der Humussäure. Dies wäre ein ähnlicher Fall der Verbrennung des Kohlenstoffs auf kaltem Wege wie der von Hrn. Melsens constatirte durch die Einwirkung von neutralem Chlorwasser auf Holzkohle, wir haben dann

$$Cl^4 + 2(H_2O) + C = 4(HCl) + CO_2$$

dagegen hier $4N + 6(H_2O) + 3C = 4(H_3N) + 3(CO_2)$.

Diese Hypothese scheint mir am wahrscheinlichsten, weil die Wasserstoffbildung und Kohlensäurebildung hier als Product einer Gährung in Zweifel zu ziehen sind, da ich in mehreren Versuchen nur mit reinem Stickstoff, dem Unterdrücker jeder Gährung, operirte.

3. Die Humussäure ist in luft- und besonders stickstofffreiem Wasser unlöslich; sie bewahrt darin alle Eigenschaften, die sie nach ihrer Bereitung besass.

§ 2. Untersuchungen über die Doppelverbindungen, die die organische Substanz des Bodens mit den Mineralsubstanzen eingeht.

Obgleich die organischen Stoffe der Ackererde schon von vielen Gelehrten wie Sprengel, de Saussure, Braconnet, Risler, Déhérain, Verdeil und Anderen studirt worden sind, so sind unsere Kenntnisse doch noch sehr beschränkt darüber, nicht allein in Bezug auf die Natur dieser Körper: auch über ihre Rolle bei der Pflanzenernährung.

Die günstige Rolle, welche den organischen Substanzen zukommt, wurde von den Praktikern sehr wohl erkannt und geschätzt. Diese Wirkung wurde hauptsächlich auf physikalische oder indirect chemische Ursachen zurückgeführt, und Risler hat wohl nicht ganz Unrecht, wenn er mit Hinsicht auf die Untersuchungen de Saussure's über die Humussubstanzen des Bodens schreibt: »Der grösste Theil der modernen Che- »miker, welche sich mit der Pflanzenernährung beschäftigt »haben, hat mit Stillschweigen die organische Substanz über- »gangen, die von dem Genfer Gelehrten signalisirt wurde[1].«

Ich glaube auch, dass in dieser Ansicht ein Hauptgrund mit liegt, dass wir heute noch ohne vollständige Arbeiten hierüber sind, um daraus Schlüsse über die Rolle, die die organischen Substanzen bei der Pflanzenernährung spielen, zu ziehen.

---

[1]) Risler: Mémoire sur l'humus. — Archives des sciences de la bibliothèque de Genève Avril 1858.

De Saussure: Recherches chimiques sur la végétation 1804.

Grandeau, indem er den organischen Substanzen eine Rolle in der Pflanzenernährung zuertheilte[1], hat das grosse Verdienst, dem Studium dieser Stoffe eine neue Richtung gegeben zu haben. Er nimmt an, dass es Doppelverbindungen der organischen Substanz mit den Mineralsubstanzen giebt, und dass diese eine Hauptursache der Fruchtbarkeit des Bodens sind.

Meine Untersuchungen sind dahin gerichtet, die Synthese der »Organo-Mineralsubstanzen«, welche Grandeau annimmt, zu finden. Ich habe versucht, die wirkliche Existenz dieser Doppelverbindungen zu bestätigen, sie einzeln darzustellen und zu studiren.

Ich bin heute im Stande, meine ersten Versuche darüber zu veröffentlichen, welche betreffen:

die Wirkung der Phosphorsäure auf die Humussäure.

Die Thatsache, dass ein Zusammenwirken der Phosphorsäure und der organischen Bodenbestandtheile stattfinden kann, hat zuerst meine Aufmerksamkeit auf diese Säure gerichtet[2].

Behandelt man z. B. eine Humuserde mit phosphorsaurem Natron oder Ammoniak, so löst man eine ziemlich beträchtliche Menge organischer Substanz.

Schumacher[3] findet durch seine Absorptionsversuche des Humus für verschiedene Salze, dass wenn er ihn mit einer Lösung von phosphorsaurem Natron sättigte, von

$\frac{1}{2}$ %	Concentration	eine	Aufnahme von	10 %
$\frac{5}{6}$ %	»	»	» »	53,1 %,

während für alle anderen Salze die Absorption nicht 6 % überstieg. Ich erhielt mittelst Torf, den ich mit einer Lösung von phosphorsaurem Natron behandelte, von

---

[1]) Grandeau: Recherches sur le rôle des matières organiques dans les phénomènes de la nutrition des plantes. Nancy 1872.

[2]) Pelouze et Fremy t. IV, p. 636 ertheilen den phosphorsauren Alkalien eine gewisse Anziehungskraft zu den braunen Substanzen des Tabacks, den Ulminkörpern.

[3]) Annalen der Landwirthschaft Bd. XLIX, p. 322.

2 % eine Absorption, welche 67,25 % betrug. Um diese Thatsachen zu erklären, ist es schwer, sich mit rein physikalischen Gesetzen zu begnügen.

Ich erwähne ebenfalls einige Analysen von Heiden[1]), welche eine gewisse Zuneigung der Phosphorsäure zur Humussubstanz zu zeigen scheinen.

Er findet

	Phosphorsäure löslich in Salzsäure	löslich in Wasser
Boden A	0,137 %	0,0057 %
Untergrund A	0,147 %	0,0026 %
Boden B	0,165 %	0,0053 %
Untergrund B	0,153 %	0,0019 %.

Heiden erklärt sich die grössere Menge löslicher Phosphorsäure, welche der Boden im Vergleich zum Untergrund liefert, durch das kohlensaure Natron, was im Boden entsteht. Ich kann mich indessen dieser Ansicht nicht anschliessen und glaube die Thatsache darauf zurückführen zu müssen, dass der Boden reicher an löslichen organischen Substanzen ist, als der Untergrund.

Ich mischte natürliches Phosphoritmehl (spanischen Apatit) mit Humussäure, welche frisch gefällt war, und fügte dem Ganzen destillirtes Wasser zu, in einer Probirröhre, die ich zustopfte und oft umschüttelte.

Nach 24 Stunden filtrirte ich und erhielt eine braungelbe Flüssigkeit. Ich zerstörte die organische Substanz mittelst Salpetersäure und chlorsaurem Kali und entfernte alsdann das Chlor und die überschüssige Säure durch Abdampfen. Ich fügte hierauf Sonnenschein'sche Molybdänlösung zu und erhielt einen starken orangegelben Niederschlag. Nachdem ich filtrirt und den Niederschlag in Ammoniak gelöst hatte, erhielt ich einen beträchtlichen Niederschlag von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia mit Magnesialösung, so dass kein Zweifel über die Anwesenheit von gelöster Phosphorsäure herrschen konnte[2]).

[1]) Annalen der Landwirthschaft Bd. XLV, p. 189.

[2]) König: Centralblatt für Agriculturchemie Bd. III, p. 78 findet ebenfalls, dass humussaures Ammoniak phosphorsauren Kalk auflöst.

Um die Menge dieser so löslich gemachten Phosphorsäure festzustellen, machte ich die folgenden Versuche. Eine Mischung von destillirtem Wasser und frisch ausgefällter Humussäure wurde stark geschüttelt, so dass die Humussäure fein suspendirt erschien [1]).

20 Cubikcentimeter dieser Mischung ergaben abgedampft und bei 110°C. getrocknet

38,9 Mgrm. Humussäure,
welche 0,1 Mgrm. Asche enthielt (SiO_2 u. Fe_2O_3).

1. Ich nahm hierauf 6 Ccm. dieser Mischung und brachte sie mit 1 Grm. Phosphoritpulver in einer Probirröhre zusammen. Die Röhre wurde verstopft und 12 Stunden unter häufigem Umschütteln stehen gelassen. Nach dieser Zeit filtrirte ich, die braungefärbte Flüssigkeit wurde mit Salpetersäure behandelt und die Phosphorsäure bestimmt.

11,64 Mgrm. Humussäure haben 4,01 Mgrm. P_2O_5 gelöst,
100 Theile Humussäure lösen 34,36 Theile P_2O_5.

2. Ein zweiter Versuch wurde mit reinem phosphorsauren Kalk gemacht, damit man das oben erhaltene Resultat durch den im natürlichen Phosphat enthaltenen kohlensauren Kalk erklären könne.

Dieser zweite Versuch dauerte dieselbe Zeit, wie der erste, und wurde überhaupt ganz unter denselben Bedingungen ausgeführt. Ich erhielt das folgende Resultat:

11,64 Mgrm. Humussäure brachten in Lösung 4,39 Mgrm. P_2O_5,
100 Theile Humussäure lösen 37,38 Theile P_2O_5.

Um festzustellen, ob die Phosphorsäure sich als saurer phosphorsaurer Kalk in Lösung befindet, oder ob dieselbe mit der organischen Substanz eine Verbindung eingegangen ist, machte ich noch den folgenden Versuch unter Anwendung detaillirter Analyse.

3. Ich nahm wie im vorhergehenden Versuche 1 Grm.

---

[1]) Die zu allen Versuchen angewendeten Mengen wurden an demselben Tage genommen, nachdem man jedesmal gut umgeschüttelt hatte.

reinen phosphorsauren Kalk und dieselbe Menge Humussäure wie zu den vorhergehenden Versuchen. Das Ganze füllte ich in eine Glasröhre, die ich hierauf zuschmolz und alsdann dieselbe sechs Stunden lang im Wasserbade erhitzte.

Die Röhre wurde hierauf geöffnet und der Inhalt auf ein Filter gebracht und mit kochendem Wasser vollständig erschöpft. Die Analyse dieses Filtrats ergab

3,17 Mgrm. Kalk,

7,085 Mgrm. Phosphorsäure (Anhydrit).

Wenn wir die Menge Phosphorsäure berechnen, die der gefundenen Kalkmenge entspricht, um $3\,Ca(PO_4)_2$ zu bilden, so finden wir

2,68 Mgrm. Phosphorsäure (Anhydrit).

Es bleibt immerhin 4,405 Mgrm. P_2O_5, welche mit der organischen Substanz verbunden sein kann.

Ich glaube, dass die Humussäure nicht bloss als Lösungsmittel des phosphorsauren Kalks dient, sondern dass sie sich mit der Phosphorsäure chemisch verbindet.

Der Rückstand auf dem Filter mit verdünntem Ammoniak erschöpft giebt eine braune Flüssigkeit, welche humussaures Ammoniak enthält und eine gewisse Menge organischer Substanz an Phosphorsäure gebunden. Diese Flüssigkeit enthielt

5,68 Mgrm. P_2O_5.

Wie ich mich durch wiederholte qualitative Versuche überzeugen konnte, lässt sich der Theil der organischen Substanz, welcher mit der Phosphorsäure verbunden ist, von der bleibenden Humussäure durch Essigsäure trennen. Es wird hierbei die nicht an P_2O_5 gebundene Humussäure niedergeschlagen, welcher Niederschlag keine Spur Phosphorsäure enthält.

Wenn man filtrirt, so erhält man eine goldgelbe Flüssigkeit, welche alle Phosphorsäure mit der organischen Substanz verbunden enthält.

Der Rückstand auf dem Filter wurde, nachdem er mit Ammoniak erschöpft war, mit Essigsäure behandelt[1]). Die Flüssigkeit enthielt

[1]) Zu gleicher Zeit und ganz unter denselben Bedingungen behandelte

$110{,}8$ Mgrm. P_2O_5.

Es bleibt, nachdem wir 90,0 Mgrm. P_2O_5 abziehen, die dem von der Essigsäure gelösten phosphorsauren Kalk angehören,

$20{,}8$ Mgrm. P_2O_5,

welche durch die Humussäure gelöst worden sind, da überdies die filtrirende Flüssigkeit gelbbraun gefärbt war.

Wenn wir das Resultat dieses ganzen Versuchs (3) zusammenstellen, so finden wir

11,64 Mgrm. Humussäure haben in Lösung gebracht	in Wasser	7,08 Mgrm. P_2O_5
	in Ammoniak	5,68 Mgrm. P_2O_5
	in Essigsäure	20,80 Mgrm. P_2O_5

oder für 100 Theile Humussäure umgerechnet, ist die Löslichkeit

in Wasser . . .	60,82 Theile	P_2O_5
in Ammoniak . .	48,97 »	P_2O_5
in Essigsäure . .	178,61 »	P_2O_5.

Um eine Bereitungsweise der Doppelverbindungen der Phosphorsäure mit der organischen Substanz zu finden, machte ich eine wässrige Lösung von neutralem humussaurem Ammoniak und fügte alsdann reine verdünnte Phosphorsäure zu. Die Humussäure wurde wie mit allen Mineral- oder organischen Säuren ausgefällt. Die Lösung ist stark sauer und enthält einen beträchtlichen Ueberschuss Phosphorsäure.

Ich liess diese Mischung mehrere Tage bei einer 80° C. nicht übersteigenden Temperatur digeriren.

Ein Theil des Niederschlags ist in Lösung übergegangen und hat die Flüssigkeit stark braun gefärbt. Ich dampfte die filtrirte Flüssigkeit im Wasserbade bis zur Syrupsconsistenz ein, und behandelte den Rückstand alsdann mit einem Gemische von drei Theilen absoluten Alkohol auf ein Theil Ammoniak. Alle überschüssige Phosphorsäure schlug sich als phosphorsaures Ammoniak sowie auch ein Theil der organischen Sub-

---

ich 1 Gramm reinen phosphorsauren Kalk mit Essigsäure. Es war

0,090 Gramm P_2O_5 gelöst.

stanz nieder, während die überstehende Flüssigkeit hellbraun gefärbt erschien. Ich destillirte diese Flüssigkeit, um Alkohol und Ammoniak wiederzugewinnen, und dampfte schliesslich im Wasserbade zur Trockne ab. Der trockne Rückstand, mit Alkohol digerirt, lieferte mir einen in Alkohol unlöslichen Theil, den ich mit A bezeichnen werde, und einen löslichen Theil, den ich B nennen will. Beide Theile enthalten Phosphorsäure.

Der in Alkohol unlösliche Antheil reagirt stark sauer, und um mich zu überzeugen, dass die Phosphorsäure nicht mechanisch zurückgehalten sei, was bei Colloidsubstanzen leicht der Fall ist, löste ich einen Theil in ammoniakhaltigem Wasser. Diese Flüssigkeit, nochmals abgedampft und mit H_3N-haltigem Alkohol aufgenommen, ergab keine Spur phosphorsaures Ammoniak.

Der Antheil A zeigt getrocknet und gepulvert eine braune Farbe, ist nicht krystallisirt und nicht hygroskopisch. Dieser Körper ist im Wasser löslich, unlöslich in Alkohol und Aether und hat eine stark saure Reaction.

Die Sonnenschein'sche Molybdänflüssigkeit schlägt diese Substanz aus der wässrigen Lösung mit schmutziggelber Farbe flockig nieder. Dieser Niederschlag, filtrirt und ausgewaschen, löst sich in Ammoniak, wobei die Flüssigkeit ihre ursprüngliche braungelbe Farbe annimmt. Fügt man hierauf Salzsäure in grossem Ueberschusse zu, so gelingt es nicht, selbst durch lebhaftes Kochen, diesen Körper, noch dessen Phosphorsäure, von Neuem auszufällen.

Durch die Sonnenschein'sche Lösung wird auch die organische Substanz vollständig ausgefällt, denn das Filtrat, auf einem Platinblech abgedampft, lässt keine Spur organischer Substanz erkennen.

Dieser Körper wird durch alle Erdalkalimetallsalze niedergeschlagen und ist in Essigsäure löslich.

Die Analyse dieser Doppelverbindung ergab:

$$C = 39{,}00\,\%$$
$$H = 6{,}94\,\%$$
$$\text{Asche} = 5{,}16\,\% = HPO_3.$$

Die Asche besteht lediglich aus Metaphosphorsäure und erscheint im Platinschiffchen als eine weisse geschmolzene Masse von stark saurer Reaction.

Drei verschiedene Aschenbestimmungen, von zwei verschiedenen Präparaten herrührend, ergaben

I. Probe		II. Probe
5,38	4,95	5,16 % Asche

und darin fand ich

5,08	4,75 % P_2O_5.

Ich glaube, dass es fast zweifellos ist, dass wir in Wirklichkeit eine chemische Verbindung der organischen Substanz mit der Phosphorsäure vor uns haben.

Der Antheil B giebt ebenfalls abgedampft eine braune Substanz, welche bei 100° getrocknet schmilzt. Dieser Körper ist dermassen hygroskopisch, dass er ungemein schnell an der Luft schmilzt. Ueber Schwefelsäure getrocknet erhält man eine braune glasige Masse, welche ungemein spröde und fast durchsichtig ist. Sie ist leicht löslich in Wasser und Alkohol, jedoch unlöslich in Aether. Alle anderen Reactionen stimmen mit denen überein, die der Körper A zeigt.

Die Analyse dieses Körpers ergab

	I.	II.	Mittel
C =	38,48 . . .	41,11	39,79 %
H =	4,61 . . .	5,94	5,27 %
P_2O_5 =	2,40 . . .	2,58	2,49 %.

Dieser Körper enthält ferner Stickstoff als Ammoniak, und ich fand durch Verbrennen mit Natronkalk

	I.	II.	Mittel
Stickstoff	5,42 . . .	5,77	5,59 % [1]

[1] Stickstoffbestimmungen:

I. Angewandte Menge: 0,0443 — Stickstoff 0,0024

II. » » 0,0259 — Stickstoff 0,001496.

Der Körper A ergab mir keinen Stickstoff durch die Verbrennung, doch war die Menge, die ich dazu anwandte, zu gering, um darauf Werth zu legen.

So wenig Anspruch diese Analysen auch auf Vollständigkeit machen können, so ist es immerhin sehr ins Auge springend, dass die Verbindung A das Doppelte an Phosphorsäure enthält, als B. Die Zusammensetzung der organischen Substanz ist nicht mehr die der Humussäure, denn nach einer Analyse von Mulder enthält dieselbe

$$C = 64,4\,\% \qquad H = 4,3\,\%$$

während die beiden Verbindungen A und B nur

$$C = 39,00\,\% \text{ und } 39,79\,\% \text{ enthalten.}$$

Ich muss endlich noch eine dritte Doppelverbindung der organischen Substanz mit der Phosphorsäure, welche ich mit C bezeichnen will, erwähnen.

Dadurch, dass ich den Rückstand (erhalten durch das Filtriren und Auswaschen mit Wasser, des Gemisches von humussaurem Ammoniak und Phosphorsäure) mit Essigsäure behandelte, erhielt ich eine goldgelbe Flüssigkeit. Indem ich dieselbe im Wasserbade abdampfte und bei 100° C. trocknete, erhielt ich eine schwarzbraune Masse. Dieser Körper hat eine saure Reaction und ist unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether. Ammoniak löst ihn mit dunkelbrauner Farbe, welche durch Essigsäurezusatz in die ursprüngliche goldgelbe Nüance übergeht. Die Reactionen mit molybdänsaurem Ammoniak, sowie mit den Erdalkalisalzen sind identisch mit denen der Doppelverbindungen A und B.

Da mir nur sehr wenig Substanz zu Gebote steht, so konnte ich noch nicht die Analyse dieser Verbindung machen.

Das Ganze meiner Versuche stellt die Thatsache fest, dass Doppelverbindungen der organischen Substanz des Bodens (Quellsäure) mit der Phosphorsäure existiren, und dass das Bestehen der drei Doppelverbindungen A. B. C. mit dem im ersten Theil dieser Arbeit (§ 3) gefundenen Resultat übereinstimmt; d. h. dass die Humussäure den phosphorsauren Kalk zersetzt und die Phosphorsäure der Phosphate für Wasser, Ammoniak und Essigsäure löslich macht.

Unter dem Mikroskop geprüft, lassen die drei Doppelver-

bindungen A, B, C keine Spur einer Krystallisation erkennen, alle drei erscheinen wie Colloidsubstanzen, welche durchscheinend und von gelber Farbe sind.

§ 3. Dialyse der Humuskörper.

Ich glaube dieser Arbeit noch einige interessante Thatsachen über das Verhalten der Humuskörper bei der Dialyse hinzufügen zu müssen, die nicht ohne Interesse erscheinen.

Ich prüfte die dialysirende Eigenschaft von

Humussäure,
Humussaurem Ammoniak,
Doppelverbindung A und B,

und ich fand, dass

die Humussäure nicht die Fähigkeit besitzt, durch Pergamentpapier zu diffundiren, selbst wenn man als dialysirende Flüssigkeit Ammoniakwasser anwendet.

Das humussaure Ammoniak in Lösung geht nicht durch die vegetabilische Membran.

Anders ist es mit meinen Doppelverbindungen A und B, welche beide sehr schnell und unverändert das Pergamentpapier passiren. Ein Gemisch von humussaurem Ammoniak und der Doppelverbindung A, welches ich der Dialyse unterwarf, wurde durch das Pergamentpapier in Verlauf von drei Tagen getrennt.

Diese Thatsachen sind von ungeheurer Wichtigkeit für die Pflanzenernährung und erklären uns die Verschiedenheit der Meinungen, welche über das Diffusionsvermögen der Humuskörper herrscht.

Die in dieser Richtung unternommenen Versuche von Risler und Verdeil, Grandeau, Detmer und Petermann wurden unternommen, sei es mit humussaurem Ammoniak, sei es mit den in Wasser löslichen organischen Verbindungen des Bodens, sei es mit dem Boden selbst; die beiden letzten mussten natürlich auch die von mir constatirten Doppelverbindungen A und B enthalten.

Risler und Verdeil bedienten sich zu ihren Versuchen des wässrigen Auszugs der Ackererde und fanden, dass die

organische Substanz die vegetabilische Membran zu durchdringen im Stande ist[1].

Grandeau bedient sich zu seinen Dialysen der Ackererde, die er zuerst mit angesäuertem Wasser behandelt und dadurch die diffusionsfähige Substanz ausgezogen hat. Wenn er alsdann diese Erde mit ammoniakhaltigem Wasser befeuchtete, so verwandelt er zwar die unlösliche Humussäure in lösliches humussaures Ammoniak, welches jedoch, wie wir gesehen haben, nicht dialysationsfähig ist.

Bei seinen Versuchen der Dialyse mit lebenden Pflanzen bedient er sich des ammoniakalischen Auszugs der Ackererde, nachdem er denselben abgedampft und wieder mit Wasser aufgenommen hat. Er hat hier eine bedeutende Menge humussaures Ammoniak in Lösung, was durch die saure Reaction der Wurzeln zersetzt wird. Es schlägt sich die Humussäure auf die Wurzeln nieder, ohne die Membran durchschreiten zu können und von der Pflanze aufgenommen zu werden.

Aus diesen Gründen hat Grandeau geschlossen, dass die organische Substanz des Bodens nicht diffusionsfähig ist[2].

Detmer hat seine Versuche über die Dialyse, sei es mit Pergamentpapier oder lebenden Pflanzen, mit humussaurem Ammoniak unternommen.

In Folge dessen schliesst er, dass die organische Substanz des Bodens nicht von der Pflanze aufgenommen werden kann[3].

Durch spätere Versuche hat jedoch Detmer festgestellt, dass die Quellsalzsäure diffusionsfähig sei.

Petermann findet bei seinen Dialysationsversuchen, dass die Ackererde immer organische Substanzen durch die todte vegetabilische Membran hindurchlässt[4].

---

[1] Risler et Verdeil: Recherches sur l'humus. — Principes d'agronomie de Gasparin, Appendice p. 365.

[2] Grandeau: Deuxième mémoire »Sur le rôle des matières organiques du sol dans les phénomènes de la nutrition, p. 21.

[3] Detmer: Die natürlichen Humuskörper und ihre Bedeutung für die Landwirthschaft. Landwirthschaftliche Vers.-Stationen, Bd. XIV. p. 248.

[4] Landwirthschaftliche Versuchs-Stationen, Bd. XV. p. 468.

Ich glaube, dass meine Versuche die widersprechenden Resultate aufklären, zu welchen diese geschickten Experimentatoren gelangt sind. Wie aus obiger Betrachtung zu ersehen ist, hatten es wohl alle mit löslichen organischen Substanzen des Bodens zu thun, aber von ganz verschiedenen Eigenschaften in Hinsicht ihres Verhaltens zur vegetabilischen Membran.

Zur Kenntniss der Milch und des Fettkerns der Cocosnuss.

Von

Dr. Friedrich Hammerbacher,

Assistenten der Versuchs-Station Münster.

Durch die Güte des Dirigenten, Herrn Dr. König, in den Besitz einiger frischen Cocosnüsse gelangt, unterzog ich deren Milch, das sog. Albumen, sowie das diese Schicht charakterisirende Fett einer quantitativen chemischen Untersuchung, deren Resultate ich hier kurz folgen lasse.

I. Die Cocosnussmilch.

Die farblose, nur wenig opalisirende Flüssigkeit hatte ein specifisches Gewicht von 1,0442 bei 20 °C. Das Gesammtgewicht der aus zwei Nüssen entleerten Flüssigkeit betrug 303,95 Gramm. Die natürliche Milch bestand aus:

Wasser	91,50 %
Protein	0,46 »
Fett	0,07 »
Nfr. Extractstoffe .	6,78 »
Reinasche	1,19 »

Von den N-freien Extractstoffen waren in der Milch einer

dritten Nuss, welche davon nur 77,8 Gramm enthielt, 0,8504 % als Traubenzucker vorhanden.

Mit etwas verdünnter Schwefelsäure erwärmt entwickelte die Milch einen Geruch nach niederen Fettsäuren, was mich veranlasste, aus dem Destillat ein Baryumsalz darzustellen. Dasselbe krystallisirte in warzigen Drusen, war in Wasser löslich und wurde durch Umkrystallisiren, so weit thunlich, von dem anhangenden braunen Farbstoff befreit. Ueber H_2SO_4 getrocknet enthielt es 9,625 % Krystallwasser, und wasserfrei 49,91 % Ba. Das propionsaure Baryum ($Ba\begin{cases}C_3H_5O_2\\C_3H_5O_2\end{cases}$ + 1 Mol. H_2O) verlangt 6 % Wasser und 48,41 % Ba.

II. Das Albumen.

Die Fettschale hatte eine Dicke von ca. 2 Cm. Aus zwei Nüssen wurden 835,8 Grm. erhalten.

Folgendes ist die Zusammensetzung im frischen Zustande:

Wasser	46,64 %
Protein	5,49 »
Fett	35,93 »
Nfreie Extractstoffe	8,06 »
Holzfaser	2,91 »
Asche	0,97 »

Daraus berechnen sich folgende Zahlen für die Zusammensetzung

	I. der Trockensubstanz der ursprünglichen Schale	II. der Trockensubstanz der fettfreien Schale.
Protein	10,29 %	31,49 %
Fett	67,35 »	—
Nfr. Extractstoffe	15,11 »	46,25 »
Holzfaser	5,42 »	16,69 »
Asche	1,83 »	5,57 »

Da die Fettschale sich ohne Zweifel aus der Milch bildet, so hielt ich es für nicht uninteressant, die Asche beider zu analysiren, und lasse das Ergebniss zur leichteren Vergleichung hier nebeneinander folgen:

	I. Milchasche	II. Asche des Kerns.
Kali	55,200 %	43,882 %
Natron	0,728 »	8,392 »
Kalk	3,679 »	4,628 »
Magnesia	6,606 »	9,438 »
Chlor	10,373 »	13,419 »
Phosphorsäure	20,510 »	16,992 »
Schwefelsäure	5,235 »	5,091 »
Kieselsäure	— »	0,500 »
	102,331 %	102,342 %
Ab Sauerstoff für Chlor	2,338 »	3,024 »
	99,993 %	99,318 %

III. Das Cocosnussfett.

Herr Prof. Dr. Lehmann hat in Folge von Untersuchungen, die er nächstens in einer grösseren Abhandlung veröffentlichen wird, gefunden, dass im Cocosnussfett freie Fettsäuren enthalten sind. Um eine Bestätigung dessen zu finden, unterwarf ich das Fett auch noch einer andern Untersuchungsmethode, nämlich der von Herrn Dr. König in den »Landw. Versuchs-Stationen« angegebenen Methode, mit Bleioxyd unter Wasserzusatz.

Das gehörig mit Wasser ausgeknetete Bleipflaster wurde mit Aether extrahirt, die darin löslichen Bleisalze mit HCl zerlegt, die abgeschiedenen farblosen und flüssigen Fettsäuren mit Aether aufgenommen und nach dem Abdestilliren des Aethers getrocknet und gewogen. Ihre Menge betrug 9,5282 Grm.

Der in Aether unlösliche Theil des Bleipflasters wurde ebenfalls mit verdünnter HCl zersetzt und derselben Behandlung unterworfen. Die erhaltenen Säuren waren braun gefärbt, bei gewöhnlicher Temperatur flüssig und wogen 15,1488 Grm. Durch Kochen mit Thierkohle in ätherischer Lösung wurden sie entfärbt.

Die Elementaranalyse ergab für

A. Die Säuren der in Aether löslichen Bleiseife:

C =	69,08 %
H =	12,23 »

B. Die Säuren der in Aether unlöslichen Bleiseife:

	I.	II.	Mittel
C =	73,29 %	73,00 %	73,15 %
H =	— »	13,00 »	— »

Mit den Säuren der in Aether unlöslichen Bleiseife stellte ich ein Bleisalz dar, indem ich sie in Alkohol löste und tropfenweise eine alkoholische Bleizuckerlösung zufliessen liess. Der dadurch entstandene weisse krystallinische Niederschlag enthielt nach gutem Auswaschen 32,556 % Pb, das nach der Dulk'schen[1]) Methode bestimmt wurde. Der Schmelzpunkt des Salzes fiel mit dem Erstarrungspunkt zwischen + 91 und 92 °C. zusammen. Die daraus durch verdünnte H_2SO_4 in der Wärme abgeschiedene Säure schmolz bei + 34° C., wurde jedoch erst zwischen + 29 und 34 °C. wieder fest.

Zur Bestimmung des Glycerins wurde der wässerige Auszug des Bleipflasters mit dem bei der Abscheidung der Fettsäuren verbleibenden wässerigen Rückstand, Chlorblei etc., vereinigt, völlig zur Trockne verdampft und mit Alkohol extrahirt, der nach dem Verdampfen 0,5596 Grm. eines syrupartigen Körpers hinterliess, welcher sich durch seine Reactionen als Glycerin erwies.

Durch die Verseifung von 25,0 Grm. Cocosfett wurden also erhalten:

	Grm.		
Fettsäuren der in Aether unlöslichen Bleiseife.	15,1488	=	60,595 %
» » » » löslichen » .	9,5282	=	38,113 »
Glycerin	0,5596	=	2,238 »
in Sa.	25,2366		100,946 %.

Der Ueberschuss findet seine Erklärung in der Aufnahme der Hydroxylgruppe bei der Spaltung der Triglyceride.

Schon früher einmal hatte Hr. Dr. König das Glycerin im Cocosnussfett bestimmt und 2,08 % gefunden, was mit der von mir gefundenen Zahl nicht wesentlich differirt. Die von mir gefundenen 2,238 % Glycerin würden 21,5 % Trioleïn entsprechen, welches 10,4 % Glycerin verlangt. Nun zeigen aber die aufgeführten Elementaranalysen, dass so kohlenstoffreiche Fettsäuren, wie die Oelsäure es ist, im Cocosfett nicht vorhanden sind. Das Glycerin muss demnach an niederere Säuren

---

[1]) Fresenius, Quantit. Analyse p. 263, 5. Aufl.

gebunden sein, wodurch der Gehalt des Fettes an Triglyceriden sich noch erheblich tiefer, als 21,5 %, stellt. Es folgt daraus, dass auch dieses Pflanzenfett seinem grössten und wesentlichsten Theil nach aus freien Fettsäuren besteht.

Thätigkeitsberichte aus den landw. Versuchs-Stationen.

Notizen über die Thätigkeit der landwirthschaftlichen Versuchs-Station zu Turin pro 1874.

Director: Seit vom Januar 1871 Dr. Alphons Cossa, Professor der Agriculturchemie am Königl. Gewerbemuseum zu Turin.

Adsistenten: 1. D. Pecile, 2. B. Porro. Der frühere Adsistent Dr. G. Nallino war im Jahre 1873 als Director der landwirthschaftlichen Versuchs-Station bei Udine berufen worden.

Ordentliche Einnahmen:	Durch die Regierung	6000	Frs.
	Durch die Provinz	4000	»
	Durch die Gemeinde	8000	»
Ausserord. Einnahmen:	Analysen - Honorare	812	»
	Summa:	18812	Frs.

Die im Jahre 1874 angestellten Versuche sind:

1. Vergleichende analytische und Anbauversuche mit verschiedenen Zuckerrübensorten. (Auf Anregung der Regierung.)
2. Ueber die Zusammensetzung des Saftes des »Aramon« genannten Weinlaubes in verschiedenen Perioden des Wachsthums. (Auf Anregung der Regierung.)
3. Wirkung des Magnesiumlichts auf die Entfärbung des Chlorophyllstoffs.
. Ueber die von Musculus vorgelegte alkoholometrische Methode.
5. Ueber die Keimung der Wickensamen bei verschiedenen Luftdrucken.
6. Ueber die Verwitterung verschiedener plutonischen Gesteine.

Im Jahre 1874 wurden 204 Analysen ausgeführt und zwar von:

Mineralien	12
Düngerarten	48
Wein, Mehl u. s. w.	62
Ackererden	38
Rieselwasser	24
Mikroskopische Beobachtungen über Seidenwürmer	20
	204

Zur Statistik des landw. Versuchswesens.

Versuchs-Station Rostock.

Die Anlegung einer landw. Versuchs-Station bei Rostock ist nun gesichert, nachdem die Stände zu den Kosten der ersten Einrichtung die Summe von 15000 Mark bewilligt haben. Die erforderlichen Gebäude werden auf der Barnstorfer Feldmark errichtet werden; der Bau dürfte in nächster Zeit beginnen. Als Dirigent der neuen Anstalt ist der Vorstand der landw. Versuchs-Station in Bromberg, Dr. Heinrich, wie S. 244 erwähnt, bereits eingetreten. Derselbe wird auch als akad. Lehrer im Fache der Agriculturchemie etc. an der Rostocker Universität thätig sein. Mitglieder des Curatoriums der landw. Versuchs-Station sind der Professor der Landwirthschaft Dr. Gf. zu Lippe Weissenfeld und Prof. Dr. Karsten in Rostock, Gutsbes. Hillmann auf Scharstorf, Kammerherr Gf. v. Bassewitz auf Wesselstorf, Gutsbes. Bock auf Gross-Weltzien und Domainenpächter Schumacher in Zarchlin; auch der Dirigent wird als Mitglied in das Curatorium eintreten.

(D. l. Presse. 1875. No. 22.)

Die Zusammenkunft der Vorstände von Samencontrol-Anstalten

zu Graz

hat am 20. und 21. September unter dem Geräusch der glänzend belebten Naturforscherversammlung planmässig stattgefunden und ein sehr befriedigendes Ergebniss herbeigeführt. Unter den mehr als 30 Theilnehmern waren gegenwärtig der Vertreter des K. K. Oesterreichischen Ackerbauministeriums für die diesjährige Naturforscherversammlung, Herr Ministerialrath Dr. von Hamm-Wien, der erste Vicepräsident und Vertreter der K. K. Steyrischen Ackerbaugesellschaft, Herr Baron von Washington auf Schloss Töls, eine An-

zahl hervorragender Vertreter der Landwirthschaft Oesterreichs und Preussens und des Samenhandels. Von den Versuchs-Stationen waren 18 in der Versammlung vertreten.

Herr Baron von Washington begrüsste die Versammlung im Namen der K. K. Landwirthschaftsgesellschaft, gab der Freude über die zahlreiche Betheiligung an den eine so hochwichtige Angelegenheit verfolgenden Berathungen Ausdruck und hoffte, dass die letzteren von recht förderndem Einfluss sein werden.

Zum Vorsitzenden wurde Prof. F. Nobbe-Tharand gewählt. Die Führung des Protokolls übernahm Dr E. Eidam-Breslau.

Der Vorsitzende leitete die Verhandlungen durch eine kurze orientirende Ansprache ein. Er dankte den Versammelten für ihr bereitwilliges, seiner Einladung entsprechendes Erscheinen, der K. K. Landwirthschaftsgesellschaft aber sowie Herrn Prof. Wilhelm-Graz für eine vielfache und namentlich dadurch bethätigte Förderung der in Frage stehenden Zwecke, dass seitens der Landwirthschafts-Gesellschaft in Anlass dieser Versammlung eine Ausstellung von Maschinen und Geräthen zur Reinigung von Samen etc. veranstaltet worden. Er deutete sodann kurz die Gesichtspunkte an, unter denen die von ihm entworfenen Vorschläge zu den Verhandlungsgegenständen, welche in den Händen der Anwesenden befindlich theils die Methode der wissenschaftlichen Untersuchung von Handelssamen, theils die äussere Organisation der Samencontrole selbst betreffen, aufzufassen seien, und charakterisirte endlich die vorläufig erreichbaren Ziele, denen das junge Institut der Samencontrole in den nächsten Jahren nachzustreben habe.

In zwei je etwa zweistündigen Sitzungen wurden hierauf die von Prof. Nobbe vorgelegten Vorschläge eingehend erläutert, durchberathen und schliesslich von der Versammlung als Grundlage des künftigen gemeinsamen Vorgehens angenommen.

Die Ausstellung von Samenreinigungs-Apparaten zu Graz, welche aus Oesterreich und Deutschland beschickt war und am Nachmittag des 21., unter zahlreicher sachkundiger Betheiligung. einer Prüfung unterzogen wurde, hat zwar keine wesentlich neuen Principien, wohl aber eine Anzahl recht gut arbeitender, empfehlenswerther Maschinen und Siebe dargeboten. Ein besonderer Bericht über diese der Wiederholung würdige Ausstellung steht dem Vernehmen nach bevor, sowie auch die Beschlüsse der oben erwähnten Versammlung in Angelegenheit der Samencontrole binnen Kurzem in extenso veröffentlicht werden dürften. (Landw. Presse.)

Fachliterarische Eingänge.

Bulletin of the Bussey institution (Jamaica Plain, Boston) Harvard university. Part II u. III 1874. Cambridge 1874. 8.

A. Rümpler: Die käuflichen Düngestoffe, ihre Zusammensetzung, Gewinnung und Anwendung (Zur Thaer-Bibliothek). Berlin 1875. 8. 207 S.

Prof. Dr. Ad. Mayer: Welche Methoden der Städte-Reinigung sind im Allgemeinen und insonderheit f. d. Grosshzgth. Baden empfehlenswerth. Karlsruhe 1875. 8. 25 S.

Prof. Dr. A. Blomeyer: Mittheilungen des landw. Instituts der Universität Leipzig. 1. Heft. Berlin 1875. 8. 172 S.

Dr. A. Blankenhorn u. Dr. J. Moritz: Die Wurzellaus des Weinstockes, Phylloxera vastatrix. Zur Orientirung etc. mit 4 Tafeln. Heidelberg 1875. 8. 16 S.

Dr. J. Hugo Scheidhauer: Unters. über die Einwirkung verschieden tiefer Ansaat auf die Entwicklung von Erbse, Linse und Wicke. Leipzig 1874. 8. 73 S.

F. H. Žemlička: Die Oekonomie von Kraft und Stoff in Urproduction und Landwirthschaft. Prag 1875. 8. 48 S.

Dr. Ludw. Koch: Untersuchungen über die Entwicklung der Cuscuteen. (Der Botanischen Abhandlungen aus dem Gebiete der Morphologie und Physiologie, herausgeg. von Prof. Dr. Johs. Hanstein, II. Bd. III. Heft). Bonn 1874. 8. 136 S.

F. Holdefleiss: Ueber die Aufschliessung des Phosphorits durch Compostirung. Inauguraldissertation. Halle 1874. 8. 40 S.

Dr. Paul Wagner: Bericht über Arbeiten der landw. Versuchs- und Auskunfts-Station f. d. Grosshzgth. Hessen zu Darmstadt. 1874. 8. 110 S.

J. v. Liebig: Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. 9. Auflage, im Auftrage des Verf. herausgeg. von Prof. Dr. Ph. Zöller. 1. Abth. Braunschweig 1875. 8. 320 S.

J. Eckardt: Anleitung zur rationellen und einträglichen Kaninchenzucht. München 1874. 8. 76 S.

Dr. W. Detmer: Physiologisch chemische Untersuchungen über die Keimung ölhaltiger Samen und die Vegetation von Zea Mais. Dissertat. z. Erlangung der venia docendi a. d. philos. Fac. Jena 1875. 8. 103 S.

Abhandlungen herausgeg. vom naturwiss. Vereine zu Bremen. 4. Bd. 2. u. 3. Heft. Bremen 1874 u. 75. 8. S. 35—384. (Beigeheftet der X. Jahresbericht).

Achtzehnter Jahresbericht des Gartenbauvereins für Bremen f. d. Jahr 1874. Bremen 1875. 8. 76 S.

C. Petersen, C. Boysen und Dr. W. Fleischmann: Studien über das Molkereiwesen. Reiseskizzen aus Dänemark, Schweden und Finnland. Danzig 1875. 8. VIII u. 162 S.

Dr. A. Frank: Stassfurter Kali-Industrie und Kalidüngmittel. Braunschweig 1875. 8. 49 S.

Dr. Angelo Ghizzoni (Fabriano): Questioni di chimica agraria e fisiologica. 1875. 8. 86 S.

Carlo Morbelli (Prof. di Chimica industriale) e Dr. A. Ghizzoni (Prof. di Agronomia): Ricerche analitiche sopra le migliori qualità di vino etc. Fabriano 1875. 8. 23 S.

R. Alberti: Dritter Bericht über die Thätigkeit der Versuchs-Station des land- u. forstw. Provinzial-Vereins für das Fürtenthum Hildesheim 1875. 8. 33 S.

Dr. W. von Hamm: Katechismus des Ackerbaues. 2. völlig umgearb. Aufl. Mit 100 Abbildungen. Leipzig 1875. 8. VIII u. 151 S.

Dr. O. Wünsche: Die Kryptogamen Deutschlands, nach d. analyt. Methode bearbeitet. Leipzig 1875. 8. XXXV u. 127 S.

Dr. F. Kudelka: Ueber die Entwicklung u. den Bau der Frucht- u. Samenschale unserer Cerealien. Inaugural-Dissertation. Mit 2 Tafeln. Berlin 1875.

Prof. Dr. Gerlach: Massregeln zur Verhütung der Rinderpest (Gesetz vom 7. April 1869 mit Instruction vom 9. Juni 1873. 2. vervollständ. Auflage. Berlin 1875. 8. 54 S.

O. Schlickum: Der Chemische Analytiker. Die qualit. chem. Analyse in Fragen u. Antworten etc. 2. verbess. Aufl. Leipzig 1875. 8. IV u. 191 S.

Fünfzehnter Jahresbericht des Erzgeb. Gartenbau-Vereins zu Chemnitz 1875. 8. 65 S.

Dr. C. G. Giebel: Zeitschr. f. d. ges. Naturwissenschaften. N. F. Bd. X. Juli — Dec. 1874. Berlin 1874. 8.

C. Bley: Sitzungsberichte der naturw. Ges. Isis in Dresden 1874. October bis December. Dresden 1875. 8.

Dr. J. Breitenlohner: Zuckerrüben-Düngungsversuch, ausgef. 1873 auf der Fürst-Schwarzenbergischen Domaine Lobositz. Wien 1875. gr. 8. 15 S.

Mededeelingen en berichten der Geldersche Maatschappy van Landbouw. Over 1875. I. u. II. Zutphen 1875. 8. 195 S.

Prof. Alf. Cossa: Sulla composizione del mosto dell' uva in diversi periodi della sua maturazione. Turin 1875. 8. 7 S.

Joh. Bolle: Jahrb. der K. K. Seidenbau-Versuchs-Station in Görz. Mit 2 Lith. Görz 1874. 8 VIII u. 138 S.

Enrico Grassi: R. Stazione enologica sperimentale di Asti. Anno secundo. Asti 1874. 8. VIII u. 194 S.

Dr. Gustav Marek: Das Saatgut und dessen Einfluss auf Menge und Güte der Ernte. Mit 74 Abb. Wien 1875. 8. VI u. 193 S.

Prof. G. Cantoni: Sulla funzione delle coltivazioni miglioratrici. Milano 1874. 8. 11 S.

Prof. G. Cantoni: Sull' importanza e sull' indirizzo della meteorologia agraria. Milano 1875. 8. 20 S.

Dr. A. Petermann: Le phosphate de chaux fossile en Belgique. Brusselles 1874. 8. 16 S.

Alex. Müller: Die chemische Zusammensetzung der wichtigsten Nahrungsmittel und Futterstoffe, bildlich dargestellt. 4. verm. u. verbess. Aufl. Dresden 1875.

Th. Dietrich, J. Fittbogen u. J. König: Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gesammtgebiete der Agriculturchemie. 13. bis 15. Jahrgang. (1870 — 72). I. Band: Die Chemie des Bodens, der Luft u. des Düngers, bearb. von Dr. Th. Dietrich. Berlin 1874. 8.

J. B. Lawes: On the valuation of unexhausted manures. London 1875. 8. 40 S.

J. B. Lawes: On the more frequent growth of barley on heavy land. London 1875. 8. 20 S.

Alex. Naumann und Aug. Laubenheimer: Jahresbericht über die Fortschritte d. Chemie und verw. Th. and. Wissenschaften, herausgegeben unter Mitwirkung von K. Birnbaum, Fr. Böckmann, F. Herrmann, A. Michaelis, F. Nies, K. Zöppritz. Für 1872. 2. Heft. Giessen 1874. S. 481—960 u. 3. Heft. Giessen 1874. S. I bis XLIV u. 961—1276.

Alex. Naumann: Jahresber. über die Fortschritte d. Chemie und verw. Th. and. Wissenschaften, herausgegeben unter Mitwirkung von K. Birnbaum, H. Braun, F. Fittica, C. Hell, A. Laubenheimer, E. Ludwig, A. Michaelis, F. Nies, H. Salkowski, H. Skraup, K. Zöppritz. Für 1873. 1. Heft. Giessen 1875. S. 1—480.



